

**DOCUMENTO Nº1**

**MEMORIA**

## Contenido

1.	Introducción .....	4
1.1.	Situación geográfica .....	4
1.2.	Demografía.....	6
1.3.	Infraestructuras.....	7
1.3.1.	Infraestructuras viarias.....	7
1.3.2.	Infraestructuras ferroviarias .....	8
2.	Objeto del proyecto. Antecedentes.....	11
3.	Estudio de alternativas.....	14
3.1.	Descripción de las alternativas.....	14
3.1.1.	Alternativa 0 .....	14
3.1.2.	Cornellà-Sant Boi.....	14
3.2.	Cornellà-Molí Nou .....	17
3.3.	Análisis multicriterio.....	20
3.3.1.	Criterios utilizados.....	20
3.3.2.	Análisis multicriterio.....	21
4.	Descripción de la solución adoptada .....	22
4.1.	Descripción general.....	22
4.2.	Topografía .....	22
4.3.	Geología .....	24
4.3.1.	Contexto geológico.....	24
4.3.2.	Litología .....	26
4.3.3.	Cortes geológicos .....	28
4.4.	Climatología.....	30
4.5.	Hidrología y drenaje .....	31
4.6.	Trazado.....	32
4.6.1.	Trazado en planta.....	33
4.6.2.	Trazado en alzado .....	33
4.6.3.	Resumen de los parámetros en planta y alzado .....	34
	Trazado en planta.....	34
	Trazado en alzado .....	35
4.7.	Movimiento de tierras.....	35
4.7.1.	Fases constructivas.....	35

4.7.2.	Resumen de los movimientos de tierras .....	35
4.8.	Estructuras .....	35
4.8.1.	Carácter de las acciones .....	36
4.8.2.	Secciones tipo.....	36
	Sección entre pantallas .....	36
	Sección a nivel .....	36
	Sección de puente .....	36
4.8.3.	Metodología de cálculo .....	36
	Pantalla en voladizo .....	36
	Pantalla con un nivel de apoyos. Método del extremo libre .....	36
4.8.4.	Cálculo y dimensionamiento de las secciones tipo .....	38
	Sección entre pantallas. ....	38
	Sección a nivel .....	38
	Sección de puente .....	38
4.9.	Plataforma y superestructura .....	39
4.9.1.	Normativas utilizadas .....	39
4.9.2.	Espesor de las capas .....	39
4.9.3.	Traviesas.....	39
4.9.4.	Sujeciones.....	40
4.9.5.	Carriles.....	40
4.9.6.	Catenaria .....	41
4.10.	Desvíos de tráfico. Situaciones provisionales .....	41
4.11.	Reposición de servidumbres .....	43
4.11.1.	Identificación de las afecciones viarias .....	43
4.11.2.	Secciones tipo.....	43
4.12.	Reposición de servicios afectados.....	49
4.13.	Expropiaciones y ocupaciones temporales .....	54
4.14.1.	Criterios de valoración .....	54
4.14.2.	Valoración de los bienes y derechos afectados .....	54
4.14.	Seguridad y salud .....	56
5.	Documentos que integran el proyecto .....	57
6.	Resumen del presupuesto.....	58

### 1.1. Situación geográfica

A detailed map of Catalonia, Spain, showing its geographical features, major cities, and transportation networks. The map includes the Mediterranean Sea (MAR MEDITERRANEA) to the south and east. Key cities labeled include Vilanova i la Geltrú, which is highlighted with a red box, and other major urban centers like Barcelona, Tarragona, Reus, and Girona. The map also shows the borders with France (FRANCA) and Andorra (ANDORRA) to the north, and the Valencian Community (PAIS VALENCIA) to the south. The terrain is depicted with various shades of green and brown, indicating different elevations and land use. A network of roads and railways is shown across the region.

### Figura 1: Situación geográfica (I)



NUEVA LÍNEA DE CERCANÍAS  
CASTELLDEFELS-CORNELLÀ-ZONA UNIVERSITÁRIA.  
TRAMO CORNELLÀ-SANT BOI

MEMORIA



Figura 2: Situación geográfica (II)

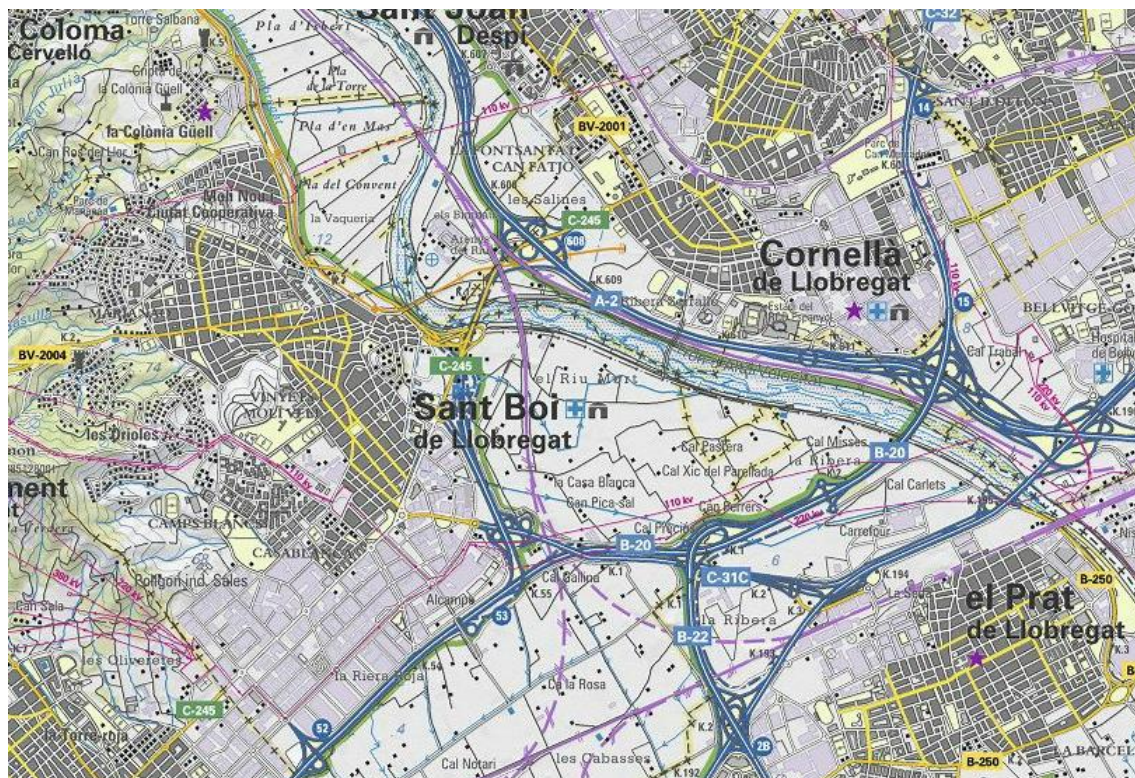


Figura 3: Situación geográfica (III)

## 1.2. Demografía

Cornellà de Llobregat i Sant Boi del Llobregat son los dos municipios más poblados de la comarca, con una población superior a los 80.000 habitantes. La siguiente figura muestra la evolución demográfica de ambos municipios:

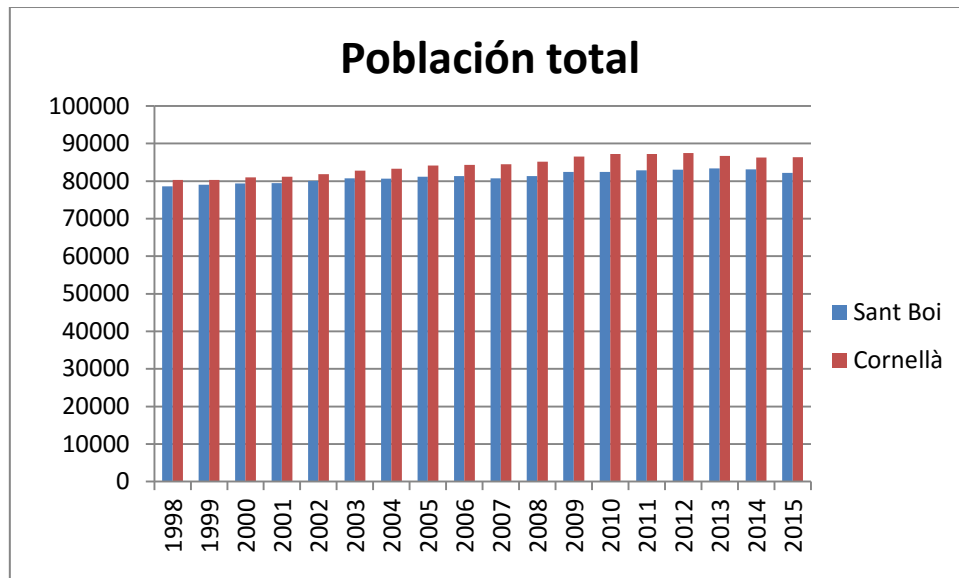


Figura 4. Evolución demográfica

En la comarca del Baix Llobregat se encuentran otros núcleos importantes de población. Los municipios con más de 45.000 habitantes son, además de los citados: Viladecans, El Prat de Llobregat, Castelldefels, Esplugues de Llobregat y Gavà. Esta comarca ha experimentado un gran crecimiento debido a su proximidad a Barcelona y la riqueza generada por el río Llobregat.



### 1.3. Infraestructuras

#### 1.3.1. Infraestructuras viarias

La conexión Baix Llobregat – Barcelona se realiza mediante las siguientes vías:

- La carretera C-245, que conecta Castelldefels, Gavá, Viladecans, Sant Boi y Cornellà.
- La carretera C-31, que conecta el Prat de Llobregat con Barcelona.

Ambas vías presentan una saturación debido al crecimiento de la población y a la elevada demanda de movilidad hacia Barcelona.

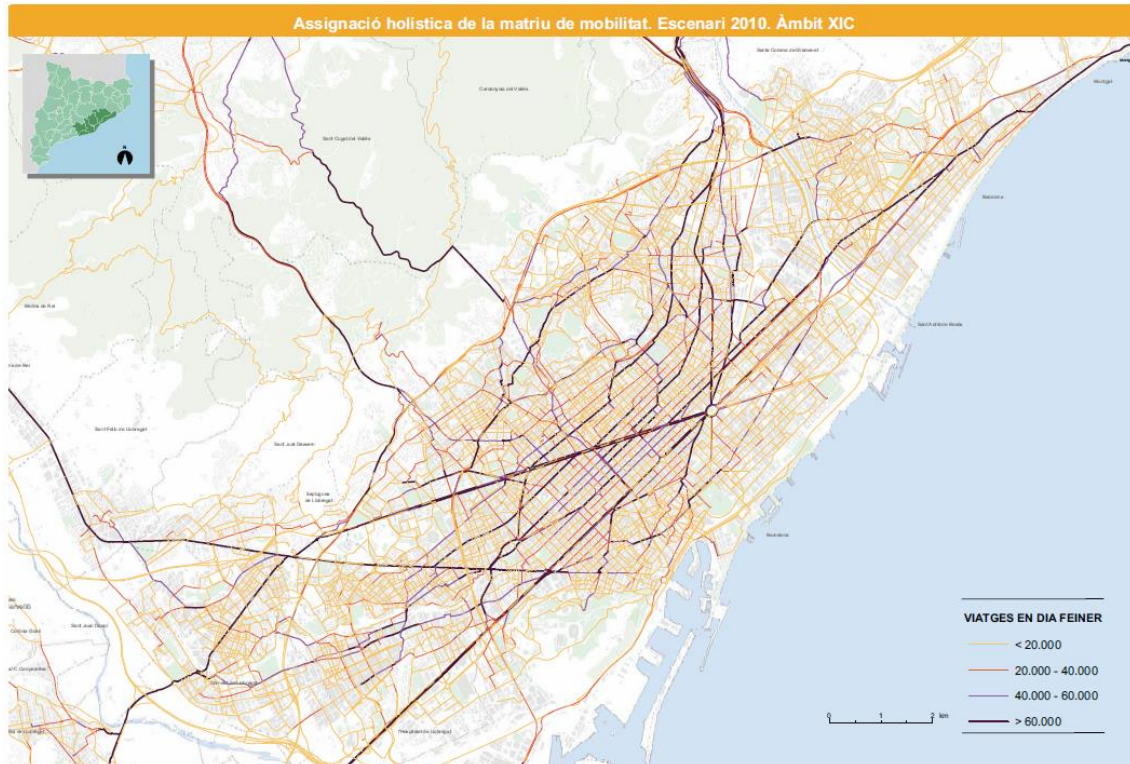
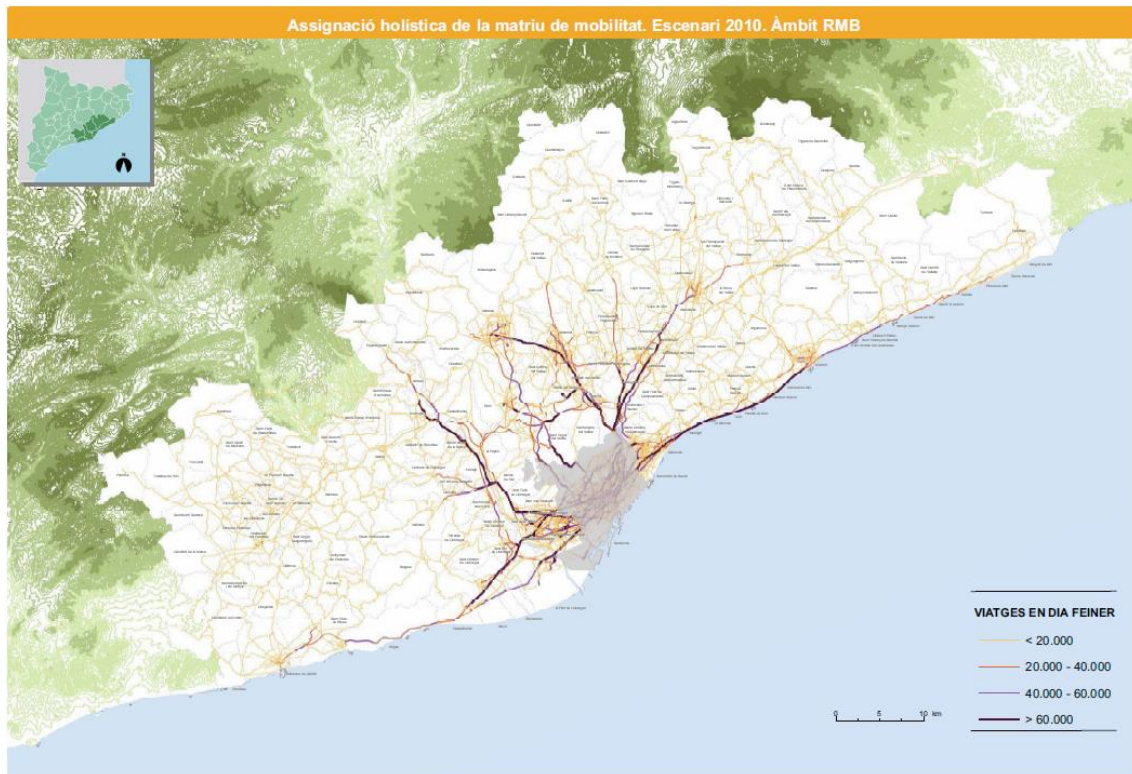


Figura 5. Infraestructuras viarias área metropolitana de Barcelona



### 1.3.2. Infraestructuras ferroviarias

La comarca del Baix Llobregat dispone de las siguientes líneas ferroviarias:

- R2 de Renfe, que conecta Barcelona (Sants / Passeig de Gràcia) con Castelldefels, Gavá, Viladecans y el Prat de Llobregat. Esta línea continúa hacia el sur. Cuenta con una variante que finaliza en el aeropuerto del Prat.
- R4 de Renfe, que conecta Barcelona (Sants/ plaza España) con l'Hospitalet i Cornellà y continúa dirección Martorell.
- FGC, que conecta Barcelona (plaza España) con Cornellà i Sant Boi y continúa dirección Martorell.
- L5 de Metro, que conecta Cornellà con la red de metro de TMB.

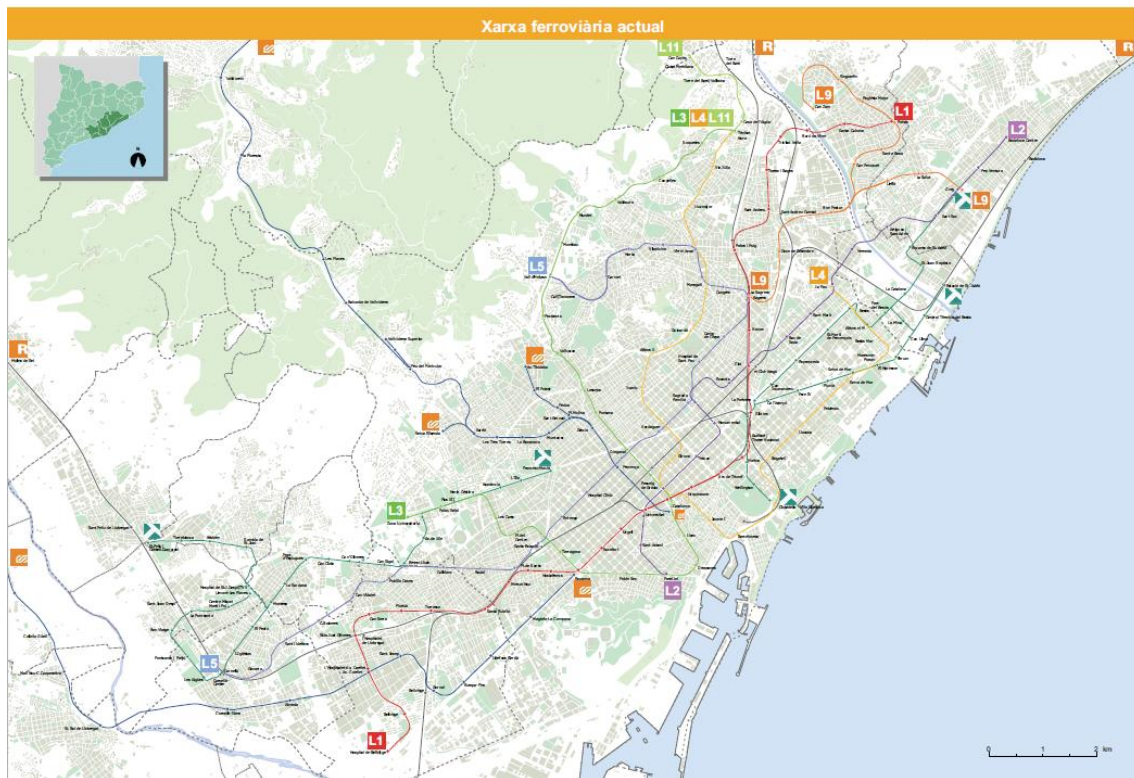


Figura 7. Red ferroviaria actual área metropolitana de Barcelona

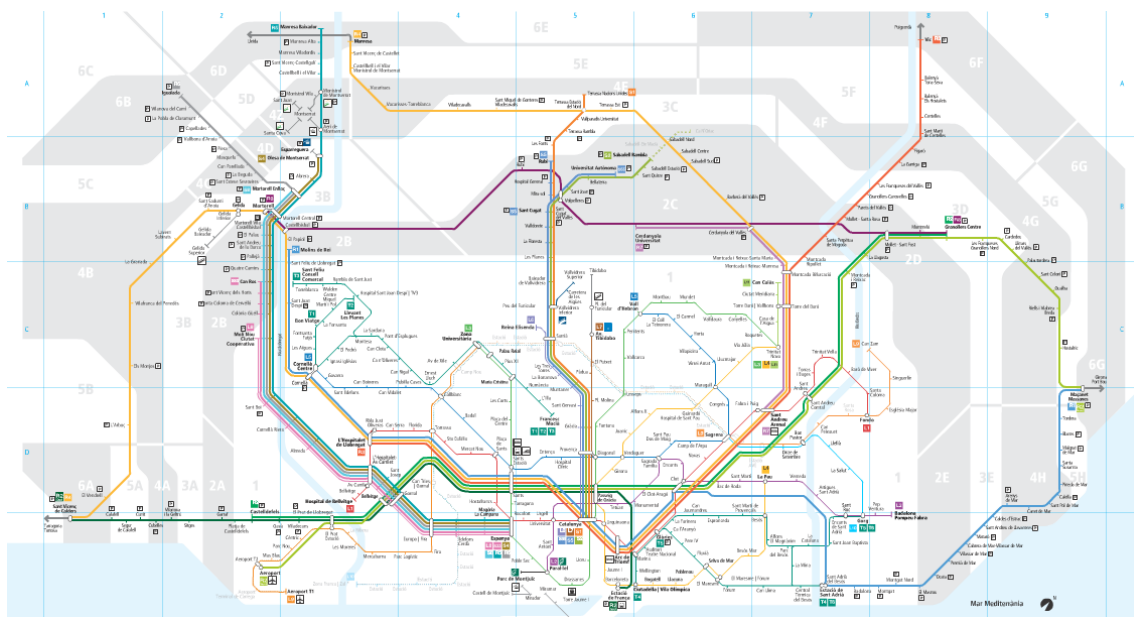


Figura 8. Plano de la red ferroviaria



### Figura 9. Detalle del Plano de la red ferroviaria

## 2. Objeto del proyecto. Antecedentes.

El presente proyecto tiene como objetivo la construcción de un nuevo tramo de línea de Cercanías entre los núcleos de Cornellà de Llobregat i Sant Boi de Llobregat.

Este tramo se incluye en una actuación más amplia: la creación de una nueva variante de la línea R3 de Renfe (Castelldefells-Cornellà-Zona Universitaria), que consiste en la construcción de un tramo de doble vía de una longitud aproximada de 22,4 km y con 11 estaciones, cuatro de ellas de nueva construcción.

El trazado se inicia en el término municipal de Castelldefels, en la actual estación de cercanías. El trazado continúa por Gavá, donde se está diseñando una nueva estación en el centro de la población que también daría servicio parcialmente a la parte que limita con Viladecans; este municipio también dispondrá de una nueva estación en su centro neurálgico. A Sant Boi de Llobregat se ubicarían dos nuevas estaciones: una cerca de plaza Catalunya y otra con correspondencia con las líneas de FGC. El trazado continúa hasta Cornellà, donde se establecerá un intercambiador con el servicio R4 de cercanías.

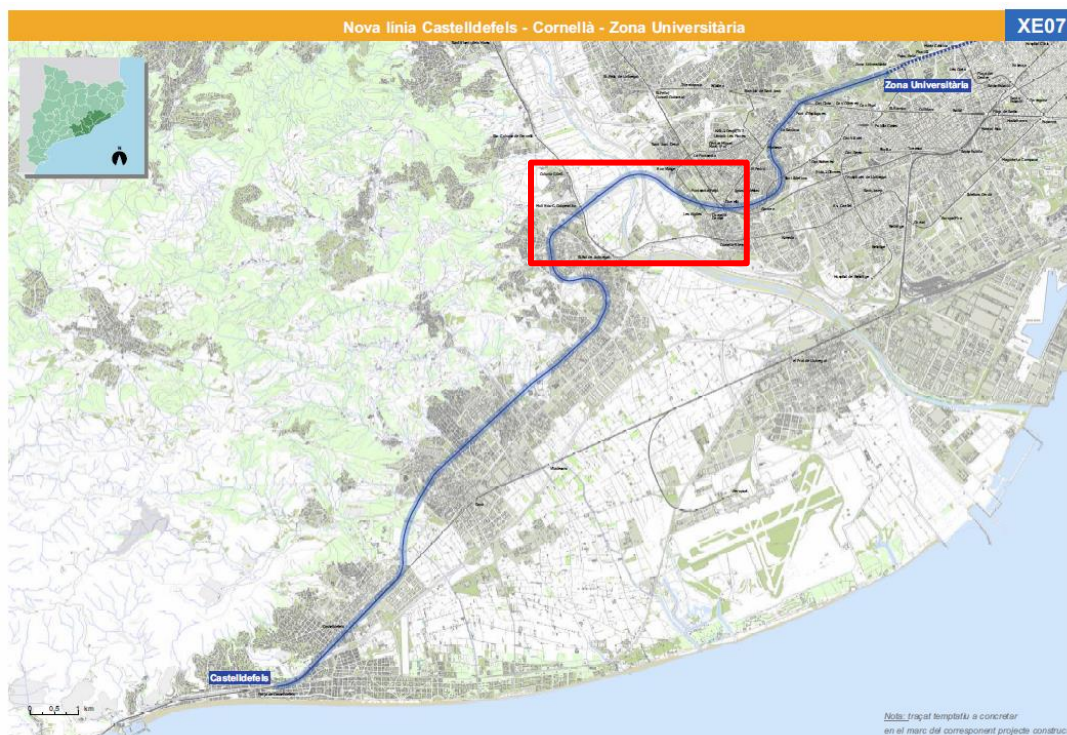


Figura 10. Nueva variante de la R3 Castelldefels – Cornellà – Zona Universitària

NUEVA LÍNEA DE CERCANÍAS  
CASTELLDEFELS-CORNELLÀ-ZONA UNIVERSITÀRIA.  
TRAMO CORNELLÀ-SANT BOI

MEMORIA

La creación de esta nueva línea entre Castelldefels, Cornellà de Llobregat y Zona Universitària permite un incremento de la cobertura territorial en modo ferroviario muy importante en el ámbito sur del Baix Llobregat, especialmente en poblaciones que tienen una oferta actualmente bastante limitada como Gavà, Viladecans i Sant Boi de Llobregat. Esta actuación permitirá mejorar la conexión del Baix Llobregat con Barcelona, reduciendo el tiempo de viaje y fomentando el uso del transporte público.

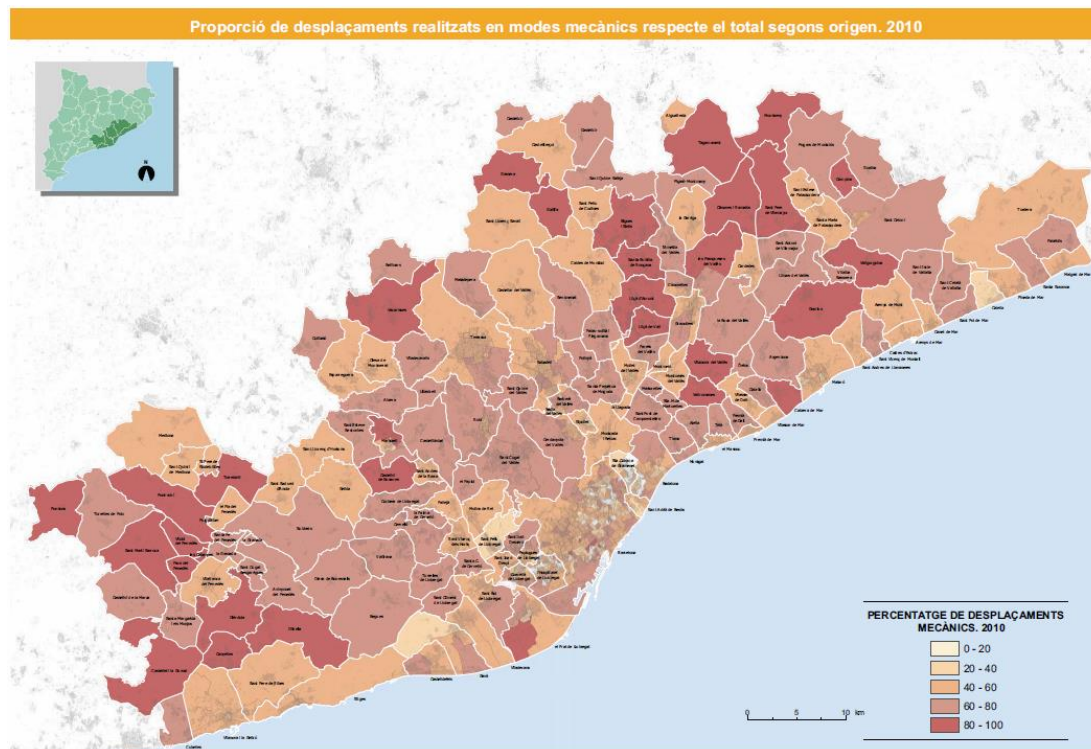
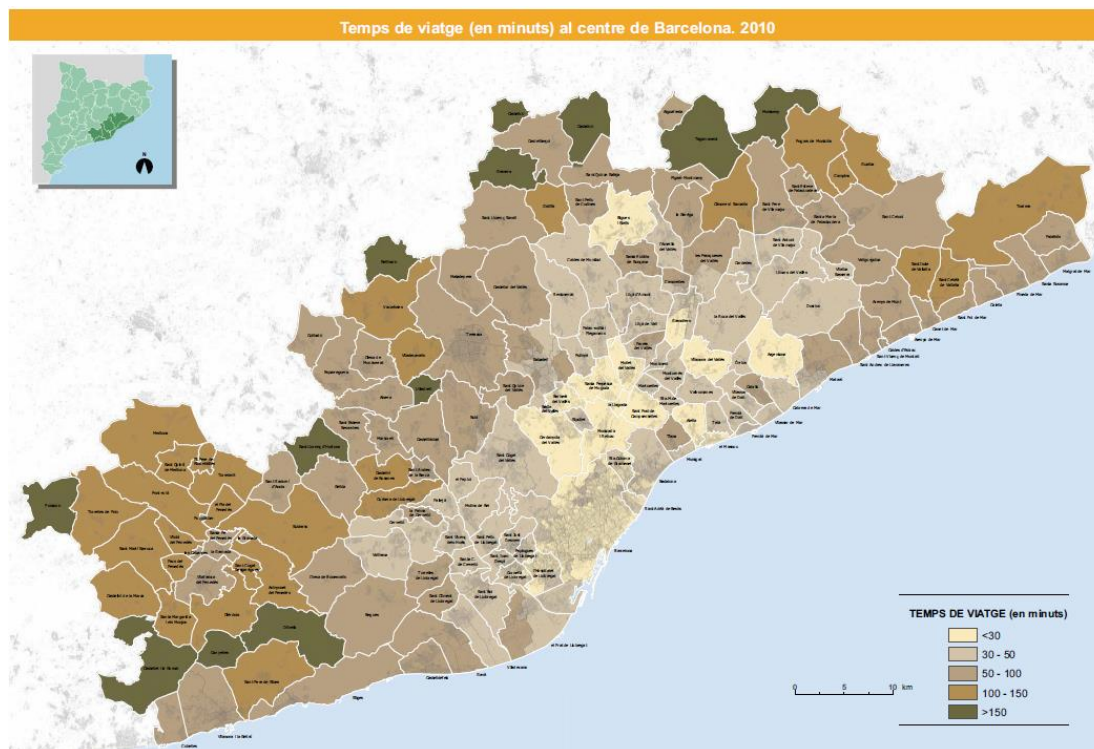


Figura 11. Proporción de desplazamientos mecánicos





**Figura 12. Tiempo de viaje al centro de Barcelona**

La nueva variante de la R3 está contemplada en el *Pla Director d'Infraestructures de la regió metropolitana de Barcelona*, con una inversión total prevista entorno de los 2.065 M€ y se espera que esté operativa en el 2020.

El presente proyecto académico únicamente estudiará la construcción del tramo entre Cornellà i Sant Boi debido a la complejidad del proyecto y que debe ser efectuado en diferentes etapas constructivas. Se ha escogido este tramo debido a que es el que tiene una repercusión inmediata más importante en términos de movilidad:

- Sant Boi es uno de los municipios de la comarca peor comunicado.
- Permite el acceso a la red de FGC desde la red de metro, disminuyendo los intercambios efectuados en plaza España.
- Descongestiona la C-245 a la entrada de Cornellà (uno de los accesos a Barcelona más saturados)
- Permite el acceso a la red de metro desde Sant Boi.

Por tanto, se ha considerado el tramo Cornellà-Sant Boi cómo la primera actuación a realizar dentro de la nueva línea de cercanías. No obstante se deberá tener en cuenta el proyecto en el que se engloba y tener en cuenta que se debe dar continuidad a la nueva línea.

### 3. Estudio de alternativas

#### 3.1. Descripción de las alternativas

A continuación se analizan las diferentes opciones de trazado para la nueva línea ferroviaria. De este modo, se plantean diferentes alternativas posibles i se elige la solución óptima mediante un análisis multicriterio. En el municipio de Sant Boi hay dos paradas existentes de FGC donde se puede realizar la conexión, por ello las alternativas se dividen en dos grupos.

##### 3.1.1. Alternativa 0

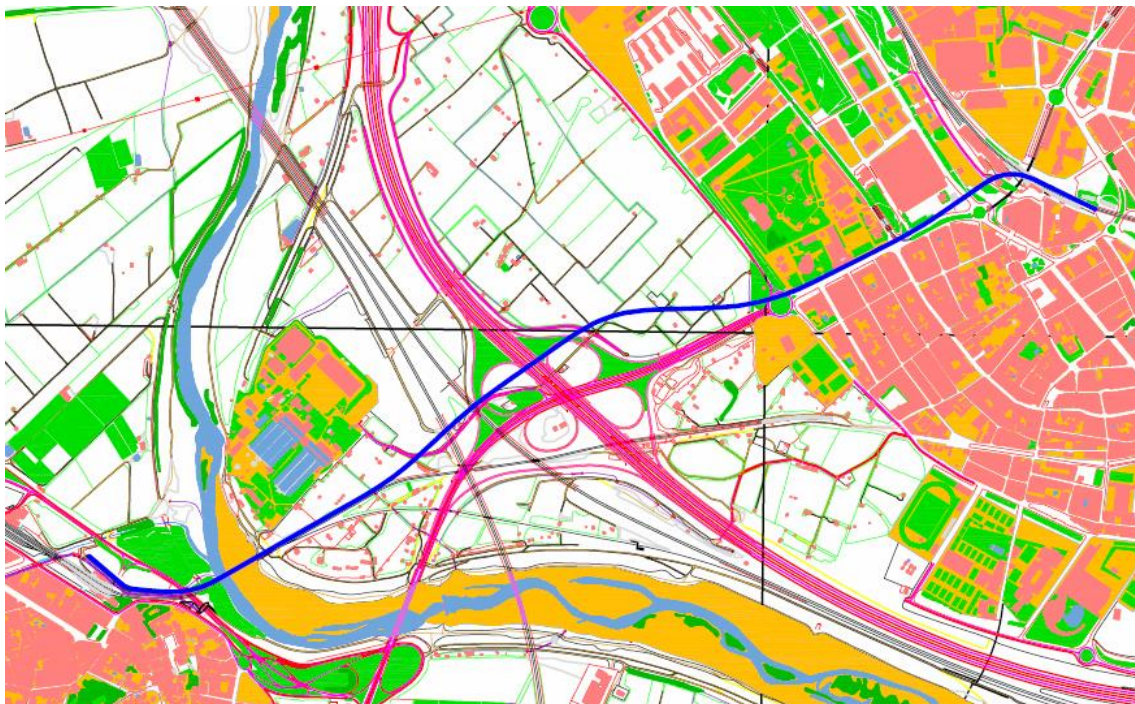
La alternativa 0 consiste en la no realización de ninguna actuación. Por lo expuesto en la motivación y por la necesidad de conectar ambos núcleos urbanos, contemplado en el plan urbanístico, se descarta esta alternativa.

##### 3.1.2. Cornellà-Sant Boi

Se analizan 5 alternativas de trazado para conectar la estación de Cornellà con la de Sant Boi. La nueva estación de cercanías de Sant Boi se ubicaría en el parking existente detrás de la estación.

##### *Alternativa 1*

La alternativa 1 parte de la estación de Cornellà y su trazado discurre junto a la carretera de Sant Boi a cielo abierto. Cruza la autopista por un paso para camiones existente junto a la carretera, que deberá ser debidamente ampliado. A continuación su trazado sigue la línea de ferrocarril existente, siendo estos paralelos hasta la estación de Sant Boi.



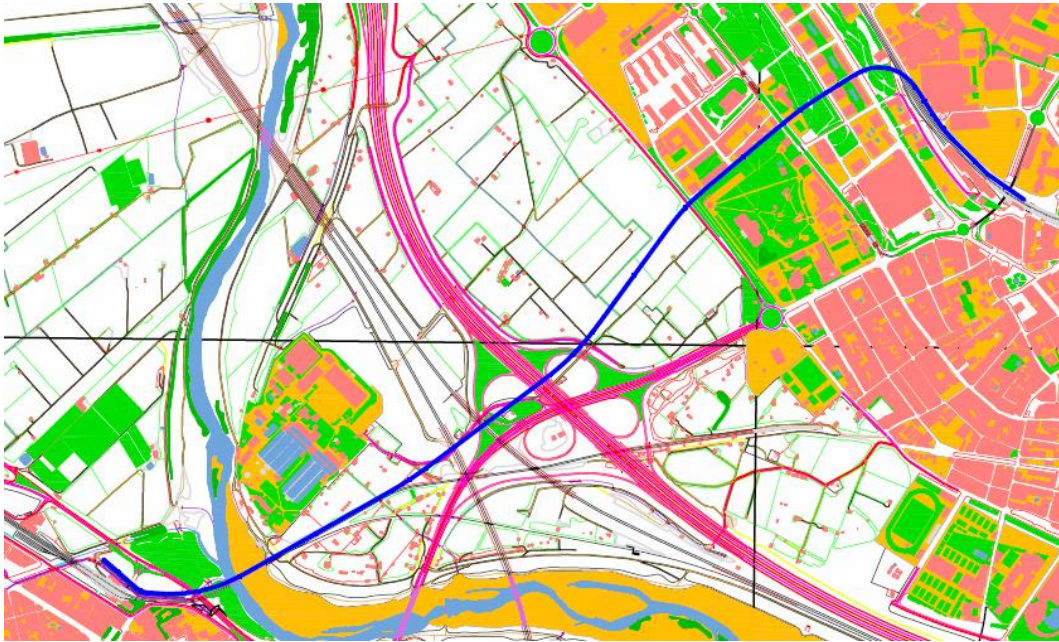
*Figura 13. Trazado alternativa 1.*

##### *Alternativa 2*

La alternativa 2 parte de la estación de Cornellà y su trazado sigue la vía existente durante un tramo, en el que se va enterrando para realizar un salto de carnero a nivel. El trazado continúa subterráneo por el pasaje Huéscar y atraviesa el Parque de la Infanta y el Parc de les Aigues.



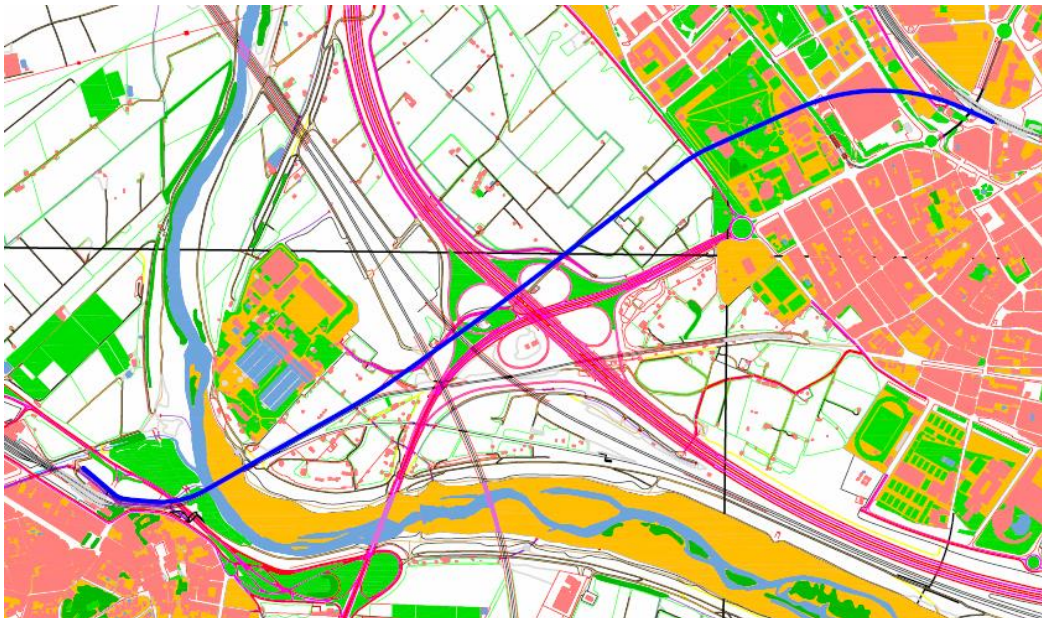
Después de atravesar la BV-2001 el trazado sigue en cielo abierto, siguiendo el mismo trazado de la alternativa 1 hasta la estación de Sant Boi.



*Figura 14. Trazado alternativa 2.*

#### **Alternativa 3**

La alternativa 3 parte de la estación de Cornellà y atraviesa el centro comercial por encima con un viaducto, que se prolonga para atravesar el Parc de les Aigues. Después de atravesar la BV-2001 su trazado sigue a nivel del suelo, siguiendo el mismo trazado que las alternativas anteriores.

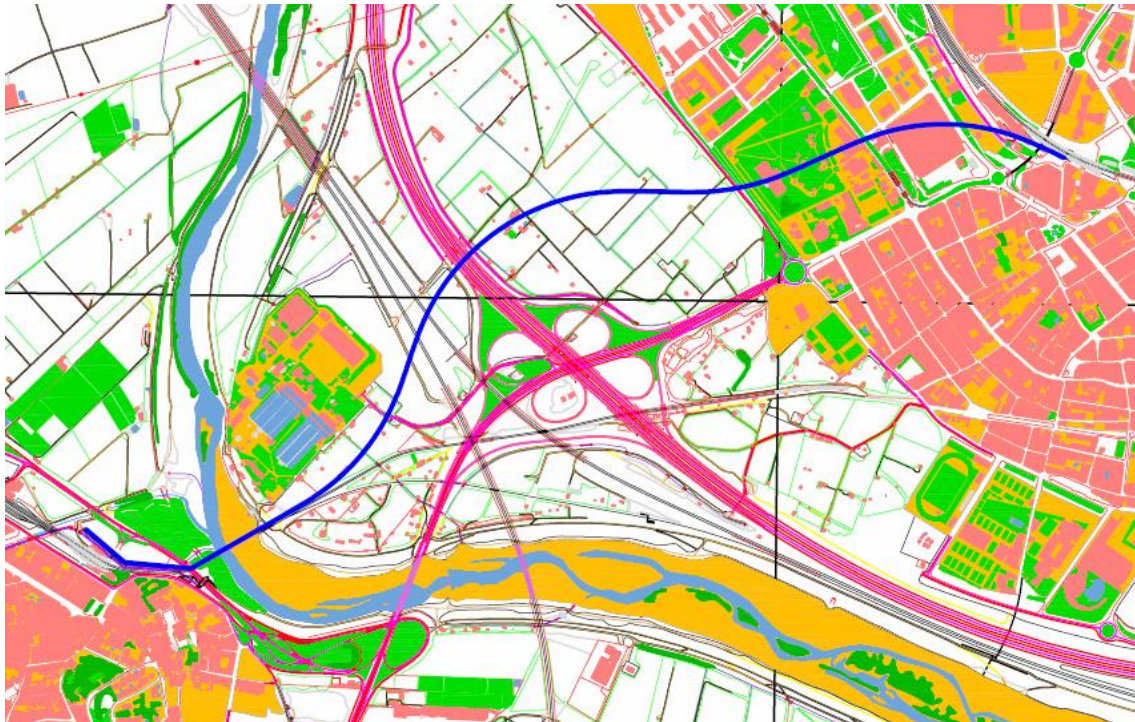


*Figura 15. Trazado alternativa 3.*

#### **Alternativa 4**

La alternativa 4 comparte la mayor parte del trazado con la alternativa 3, con la diferencia que atraviesa la A-2 por un paso inferior situado más al Norte.

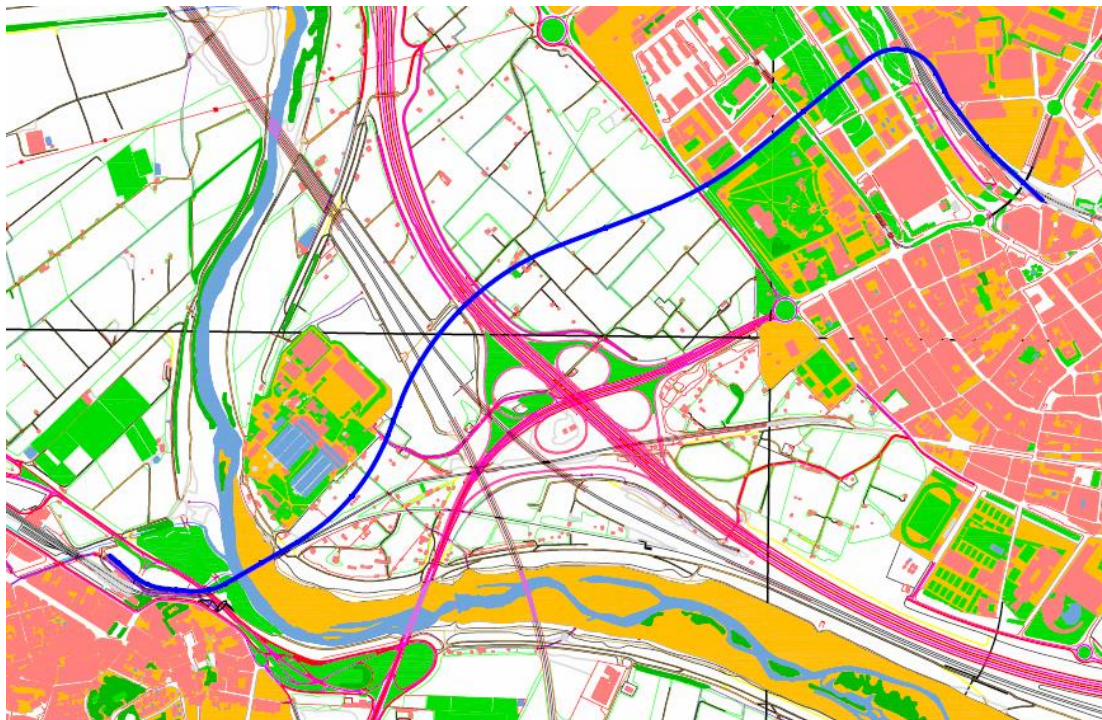




*Figura 16. Trazado alternativa 4.*

#### **Alternativa 5**

La alternativa 5 comparte la mayor parte del trazado con la alternativa 2, con la diferencia que atraviesa la A-2 por un paso inferior situado más al Norte.



*Figura 17. Trazado alternativa 5.*

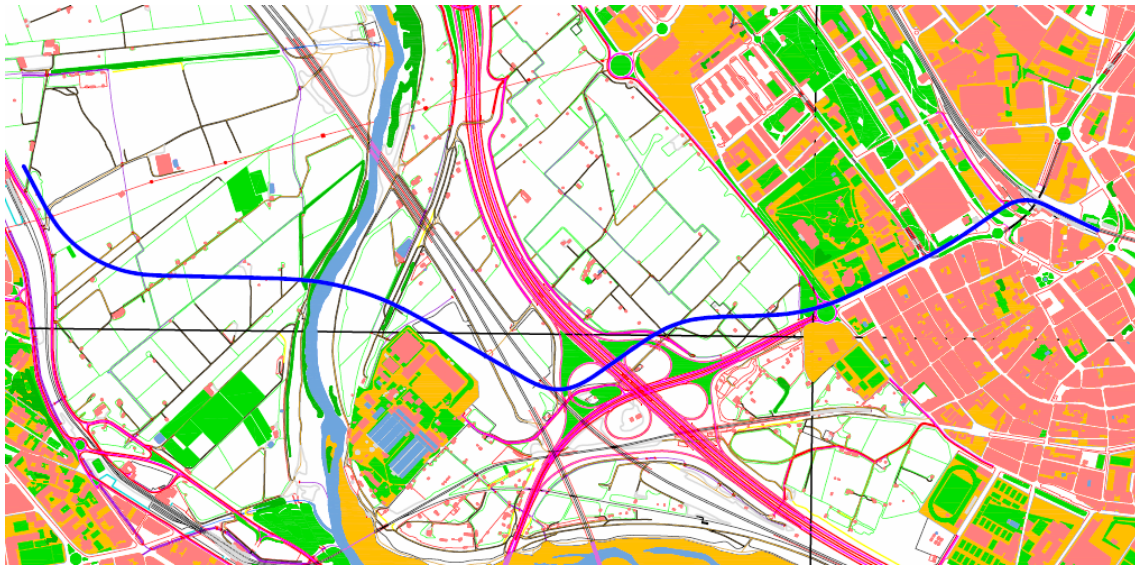


### 3.2. Cornellà-Molí Nou

Se analizan 6 alternativas de trazado para conectar la estación de Cornellà con la de Molí Nou-Ciutat Cooperativa. La nueva estación de cercanías se ubicaría en el parking existente detrás de la estación.

#### *Alternativa 6*

La alternativa 6 parte de la estación de Cornellà y su trazado discurre junto a la carretera de Sant Boi a cielo abierto. Cruza la autopista por un paso para camiones existente junto a la carretera, que deberá ser debidamente ampliado. A continuación rodea la estación de Aigues de Barcelona, cruza el río Llobregat y continúa hasta la estación de Molí Nou-Ciutat Cooperativa.



*Figura 18. Trazado alternativa 6.*

#### *Alternativa 7*

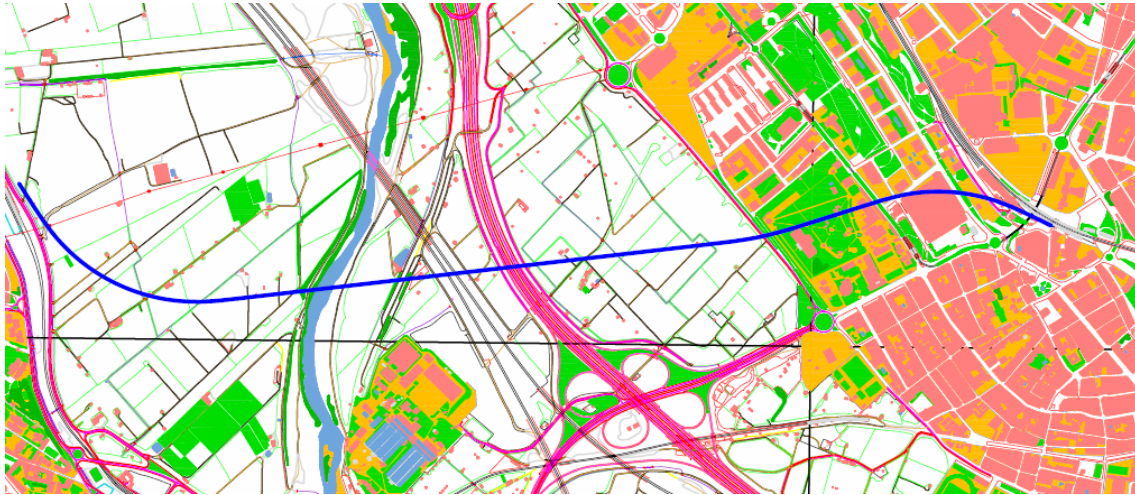
La alternativa 7 parte de la estación de Cornellà y su trazado discurre junto a la carretera de Sant Boi a cielo abierto. Para cruzar la autopista se realizará un nuevo paso inferior. A continuación cruza el río Llobregat y continúa hasta la estación de Molí Nou-Ciutat Cooperativa.



*Figura 19. Trazado alternativa 7.*

### *Alternativa 8*

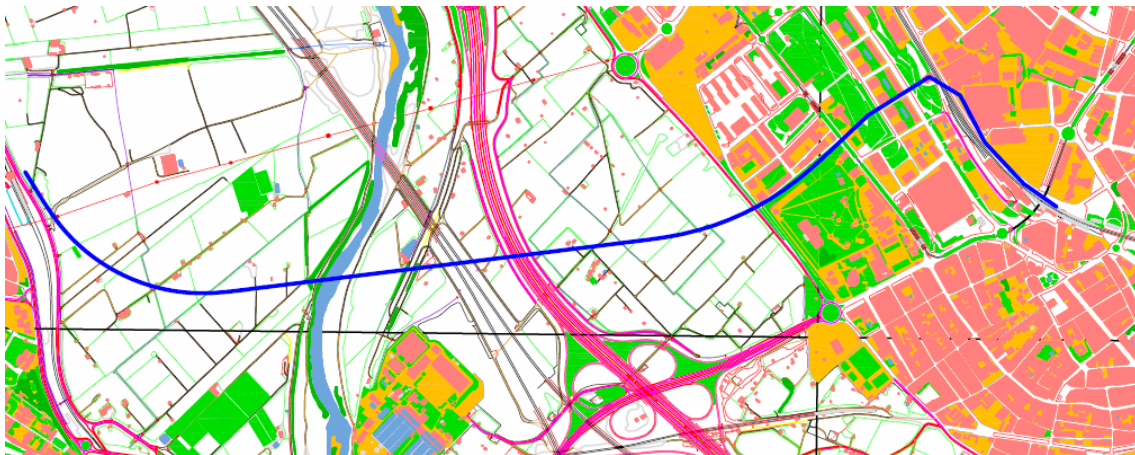
La alternativa 8 parte de la estación de Cornellà y atraviesa el centro comercial por encima con un viaducto, que se prolonga para atravesar el Parc de les Aigues. Después de atravesar la BV-2001 su trazado sigue a nivel del suelo, atravesando tierras de cultivo hasta la estación de Molí Nou, llegando con una alineación paralela a la línea de FGC.



*Figura 20. Trazado alternativa 8.*

### *Alternativa 9*

La alternativa 9 parte de la estación de Cornellà y su trazado sigue la vía existente durante un tramo, en el que se va enterrando para realizar un salto de carnero a nivel. El trazado continúa subterráneo por el pasaje Huéscar y atraviesa el Parque de la Infanta y el Parc de les Aigues. Después de atravesar la BV-2001 el trazado sigue en cielo abierto, atravesando tierras de cultivo hasta la estación de Molí Nou, llegando con una alineación paralela a la línea de FGC.

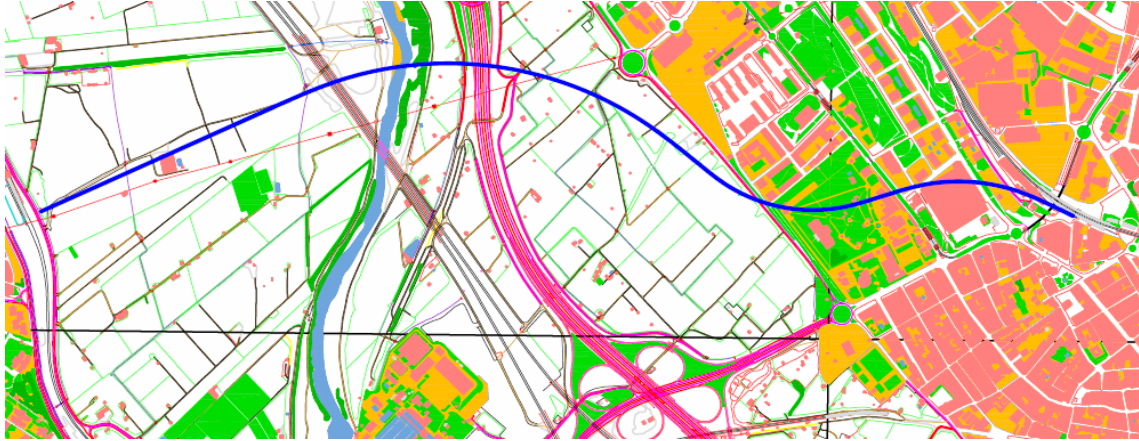


*Figura 21. Trazado alternativa 9.*



### **Alternativa 10**

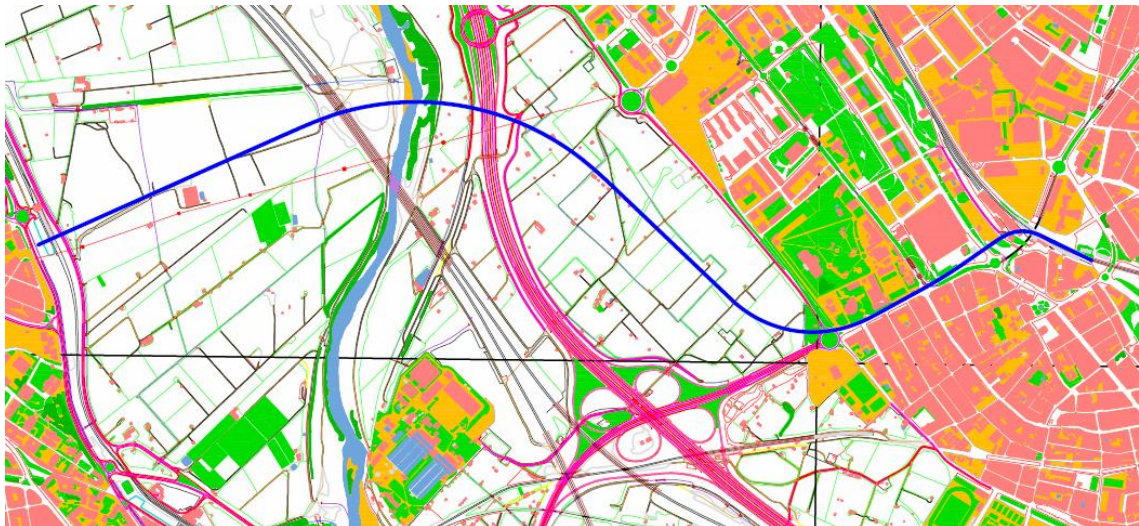
La alternativa 10 parte de la estación de Cornellà y atraviesa el centro comercial por encima con un viaducto, que se prolonga para atravesar el Parc de les Aigues. Después de atravesar la BV-2001 su trazado sigue a nivel del suelo, atravesando tierras de cultivo hasta la estación de Molí Nou, llegando con una alineación perpendicular a la línea de FGC. El trazado atraviesa la A-2 por un paso inferior que se deberá realizar.



*Figura 22. Trazado alternativa 10.*

### **Alternativa 11**

La alternativa 7 parte de la estación de Cornellà y su trazado discurre junto a la carretera de Sant Boi a cielo abierto. Su trazado continúa atravesando tierras de cultivo hasta la estación de Molí Nou, llegando con una alineación perpendicular a la línea de FGC. El trazado atraviesa la A-2 por un paso inferior que se deberá realizar.



*Figura 23. Trazado alternativa 11.*

### 3.3. Análisis multicriterio

El presente análisis consiste en evaluar de forma cuantitativa y cualitativa los diversos atributos de cada una de las alternativas. Estos atributos se han clasificado según los tres pilares de la sostenibilidad: impacto ambiental, económico y social.

A continuación se describen los parámetros utilizados en el análisis multicriterio. Entre paréntesis figura el peso asociado a cada uno de ellos.

#### 3.3.1. Criterios utilizados

- Impacto ambiental (33,3%). Este impacto se caracteriza por:
  - Contaminación atmosférica (6,7%)
  - Contaminación acústica (6,7%)
  - Afectación hidrológica (6,7%)
  - Impacto en el paisaje urbano (efecto barrera) (6,7%)
  - Afectación al patrimonio histórico cultural (6,7%)
- Impacto económico (33,3%). Incluye:
  - Coste del trazado (22,2%)
  - Movimiento de tierras (5,6%). Volumen de tierras desplazadas i/o sobrantes.
  - Número de fases de obra necesarias para la materialización de los trabajos (5,6%)
- Impacto social (33,3%). Incluye:
  - Afectación al suelo viario (6,7%). Superficie de suelo viario afectado por el proyecto.
  - Afectación al tráfico viario (6,7%). Número de vías cortadas durante el proceso de ejecución de las obras, ponderado mediante sus respectivas intensidades medias diarias.
  - Afectación al tráfico ferroviario (6,7%). Porcentaje de reducción de los servicios ferroviarios debido a la ejecución de las obras.
  - Intersección de la nueva infraestructura con otras infraestructuras y servicios (6,7%).
  - Expropiaciones (6,7%). Metros cuadrados de suelo urbano expropiado.



### 3.3.2. Análisis multicriterio

CRITERIO		PESO (%)	PUNTUACIÓN ALTERNATIVA (10 BUENO, 0 MALO)											PUNTUACIÓN PONDERADA ALTERNATIVA												
			0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
IMPACTO AMBIENTAL	CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA	6.67%		8	8	6	6	8	8	8	6	8	6	8		0.53	0.53	0.4	0.4	0.53	0.53	0.53	0.4	0.53	0.4	0.53
	CONTAMINACIÓN ACÚSTICA	6.67%		5	8	6	6	8	5	5	6	8	6	5		0.33	0.53	0.4	0.4	0.53	0.33	0.33	0.4	0.53	0.4	0.33
	AFECCIÓN HIDROLÓGICA	6.67%		8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8		0.53	0.53	0.53	0.53	0.53	0.53	0.53	0.53	0.53	0.53	0.53
	IMPACTO PAISAJÍSTICA	6.67%		5	8	4	4	8	5	5	4	8	4	5		0.33	0.53	0.27	0.27	0.53	0.33	0.33	0.27	0.53	0.27	0.33
	AFECCIÓN PATRIMONIO HISTÓRICO-CULTURAL	6.67%		7	8	5	5	8	7	7	5	8	5	7		0.47	0.53	0.33	0.33	0.53	0.47	0.47	0.33	0.53	0.33	0.47
IMPACTO ECONÓMICO	COSTE TRAZADO	22.20%		10	8	7	6.4	7.8	8.8	9	6	5	5.5	8.3		2.22	1.78	1.55	1.42	1.73	1.95	2	1.33	1.11	1.22	1.84
	MOVIMIENTO TIERRAS	5.55%		8	6.5	10	9.5	6.5	7.5	7.3	9	5	9	7		0.44	0.36	0.56	0.53	0.36	0.42	0.41	0.5	0.28	0.5	0.36
	FASES DE OBRA	5.55%		8	9	8	8	9	8	8	8	9	8	8		0.44	0.5	0.44	0.44	0.5	0.44	0.44	0.44	0.5	0.44	0.44
IMPACTO SOCIAL	AFECCIÓN A SUELO VIARIO	6.67%		6	9	10	10	9	6	6	10	9	10	6		0.4	0.6	0.67	0.67	0.6	0.4	0.4	0.67	0.60	0.67	0.4
	EXPROPIACIONES	6.67%		7	10	7.5	6.5	9.5	6	6	7.5	8.5	5.5	6		0.47	0.67	0.5	0.43	0.63	0.4	0.4	0.5	0.57	0.37	0.4
	AFECCIÓN A LA MOBILIDAD	6.67%		6	9	8	8	9	6	6	8	8.5	8	6		0.4	0.6	0.53	0.53	0.6	0.4	0.4	0.53	0.57	0.53	0.4
	AFECCIÓN AL TRÁFICO FERROVIARIO	6.67%		8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8		0.53	0.53	0.53	0.53	0.53	0.53	0.53	0.53	0.53	0.53	0.53
	INTERSECCIÓN DE INFRAESTRUCTURAS Y SERVICIOS	6.67%		6	9	6	6	9	6	6	6	9	6	6		0.4	0.6	0.4	0.4	0.6	0.4	0.4	0.4	0.6	0.4	0.4
TOTAL		100.00%													0	7.51	8.31	7.12	6.89	8.23	7.15	7.18	6.84	7.42	6.6	7.01

## **4. Descripción de la solución adoptada**

### **4.1. Descripción general**

La solución adoptada corresponde a la alternativa 2 del estudio de alternativas. El trazado parte de la estación actual de Cornellà de Llobregat, donde se ubicará el andén de la nueva línea de cercanías. Pasada la estación el trazado va perdiendo cota hasta llegar a enterrarse i cruza las vías mediante un salto de carnero a diferente nivel. El trazado sigue subterráneo por el núcleo urbano de Cornellà, discurriendo por debajo del pasaje Huéscar, el Parc de la Infanta y el Carrer del Tarragonès. En este tramo el procedimiento constructivo será mediante pantallas (uno o dos niveles dependiendo de la profundidad).

El trazado continúa con una sección de zanja a cielo abierto, atravesando la autopista por un paso inferior existente que deberá ser debidamente ampliado. A continuación va a buscar la línea de ferrocarriles existente, siendo el trazado paralela a esta hasta la estación de Sant Boi. Para cruzar el rio Llobregat se construirá un puente mediante ...

Finalmente, el trazado finaliza detrás de la estación de Sant Boi, dónde se ubicará la nueva estación de cercanías.

### **4.2. Topografía**

Para la elaboración del presente proyecto se han tomado los datos cartográficos ofrecidos por el Insitut Cartogràfic de Catalunya (ICC).

Se ha utilizado la escala 1:5.000, que es la escala más precisa de la cual se dispone de todos los formatos necesarios para su posterior descarga y tratamiento.

El ICC divide el territorio catalán en hojas numeradas. Las hojas que han sido utilizadas en el presente proyecto son:

- 286-127
- 286-128
- 287-127
- 287-128

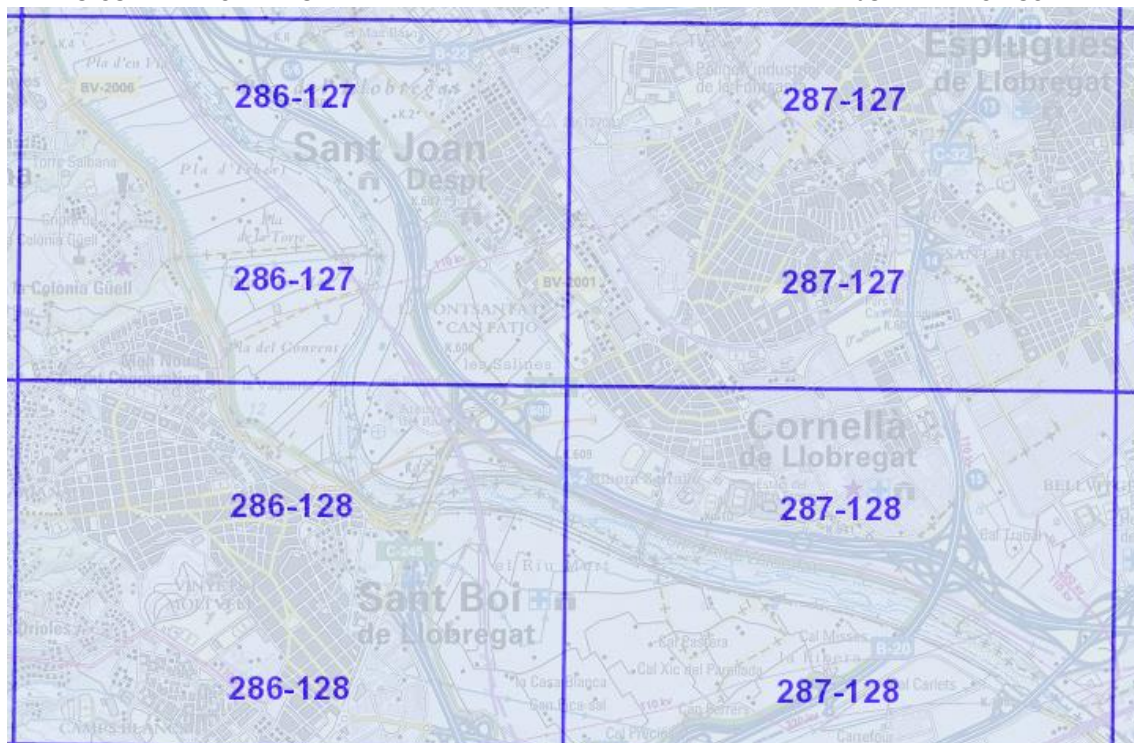


Figura 24. Mapa de hojas de descarga de cartografía 1:5.000 disponibles. Fuente: ICC

### 4.3. Geología

#### 4.3.1. Contexto geológico

El proyecto se enmarca dentro de la cuenca del río Llobregat, lo que define su contexto geológico. El delta del Llobregat se desarrolla al pie de la vertiente mediterránea de la Cordillera Litoral Catalana, que forma parte de conjunto de orientación NE – SW conocido por el nombre de Catalánides. Este conjunto está constituido por grandes unidades morfoestructurales: la Cordillera Prelitoral y la Cordillera Litoral.

El conjunto de los materiales cuaternarios que integran las terrazas del valle, y los materiales del delta, han sido transportados por el río Llobregat y depositados en distintos ambientes que van del fluvial marino. Estos materiales se han depositado sobre una superficie de erosión desarrollada preferentemente sobre materiales miocenos.

El proyecto atraviesa gravas, arenas y limos de la plana aluvial i cantos y limos del fondo de valle.

A continuación se muestra el mapa geológico:

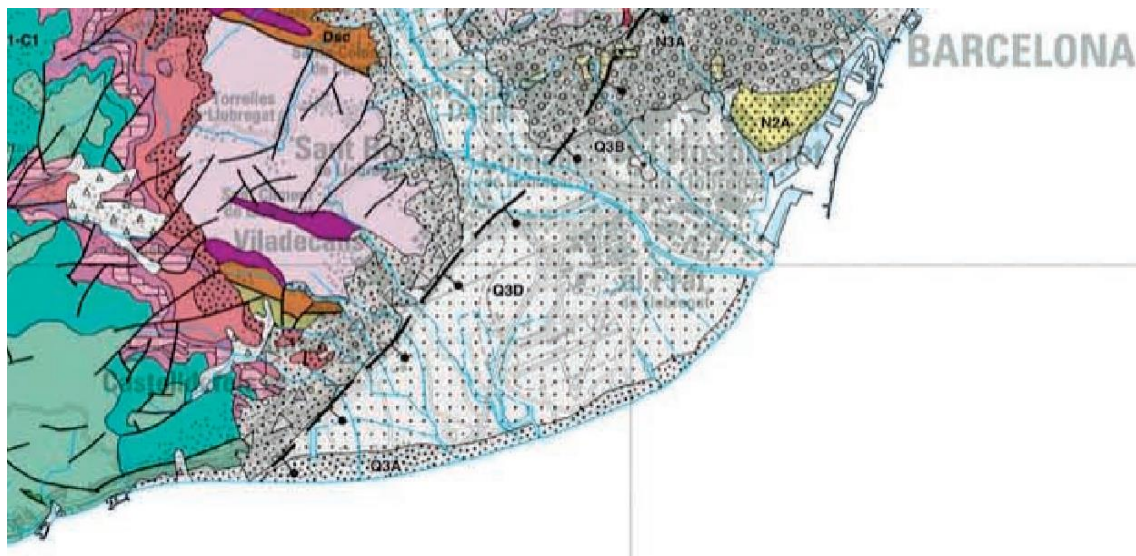
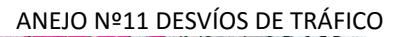


Figura 25. Contexto geológico. Fuente: Mapa Geológico de Catalunya.

## ANEJO N°11 DESVÍOS DE TRÁFICO



## ANEJO N°11 DESVÍOS DE TRÁFICO



#### 4.3.2. Litología

Por lo que respecta a la litología, en las siguientes figuras, que recogen imágenes tomadas del Mapa de grupos litológicos de Cataluña, se constata que las principales tipologías litológicas de la zona del proyecto son:

- DhNc-Mx: Gravas y cantos rodados, arenas y lutitas.
- Dg-Mx: Conglomerados y brechas.
- Dh-Mx: Conglomerados, areniscas y lutitas.
- Dh-Q/Si: Areniscas, lutitas y conglomerados.

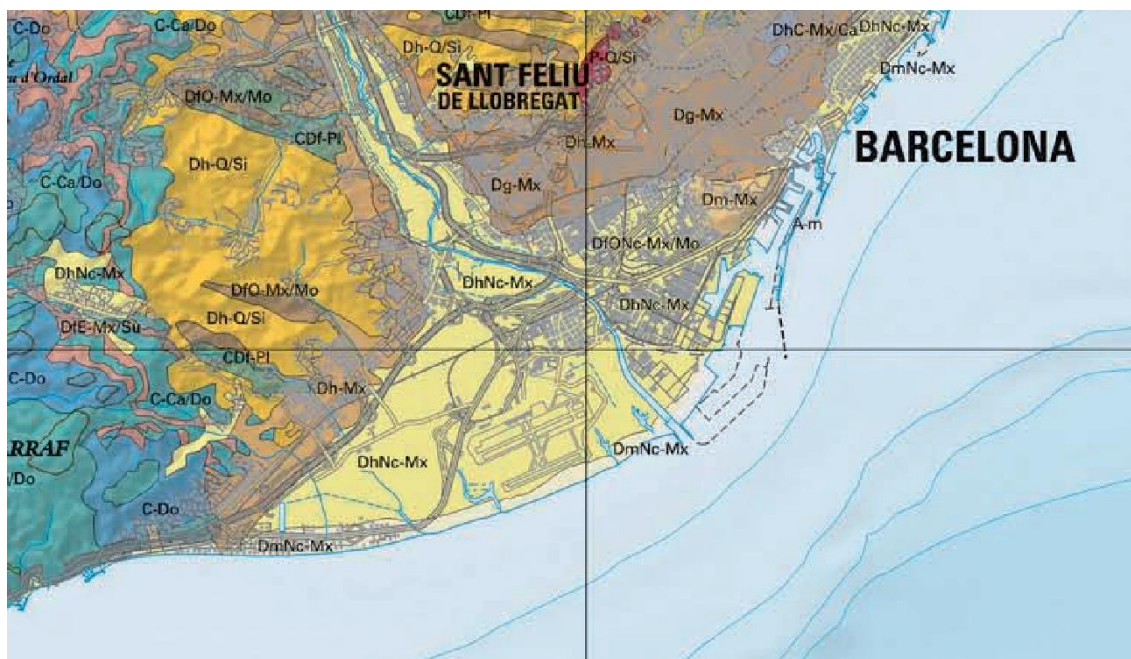


Figura 27. Mapa de las formaciones litológicas de la zona. Fuente: Mapa de grupos litológicos de Catalunya.

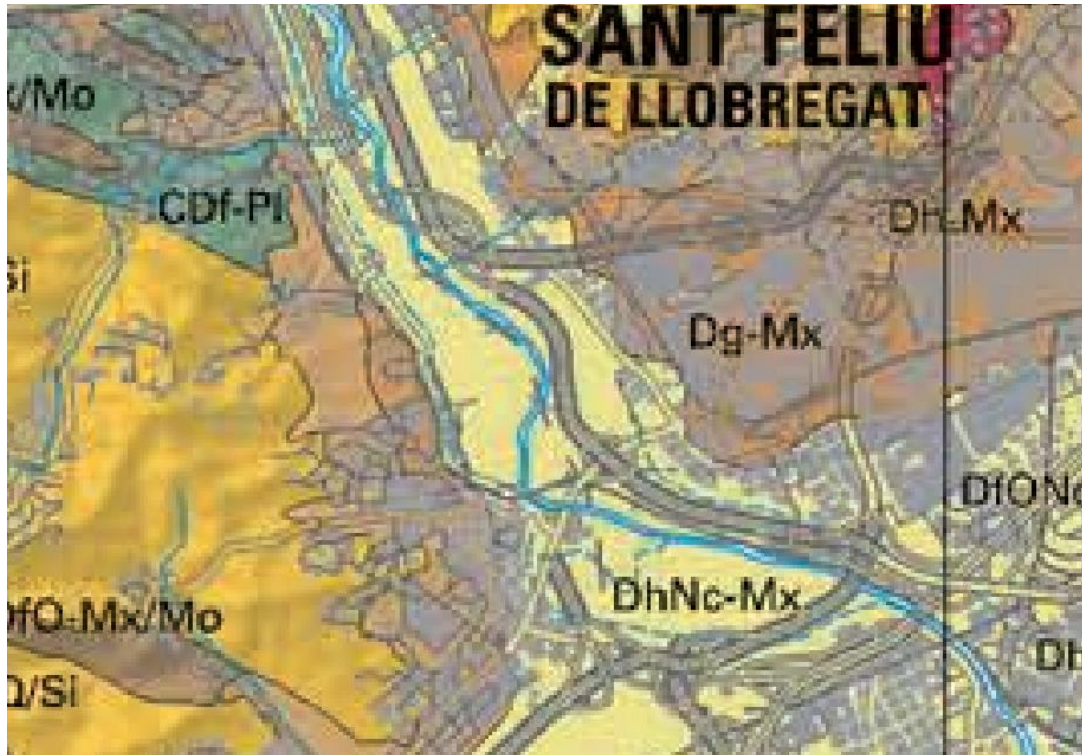
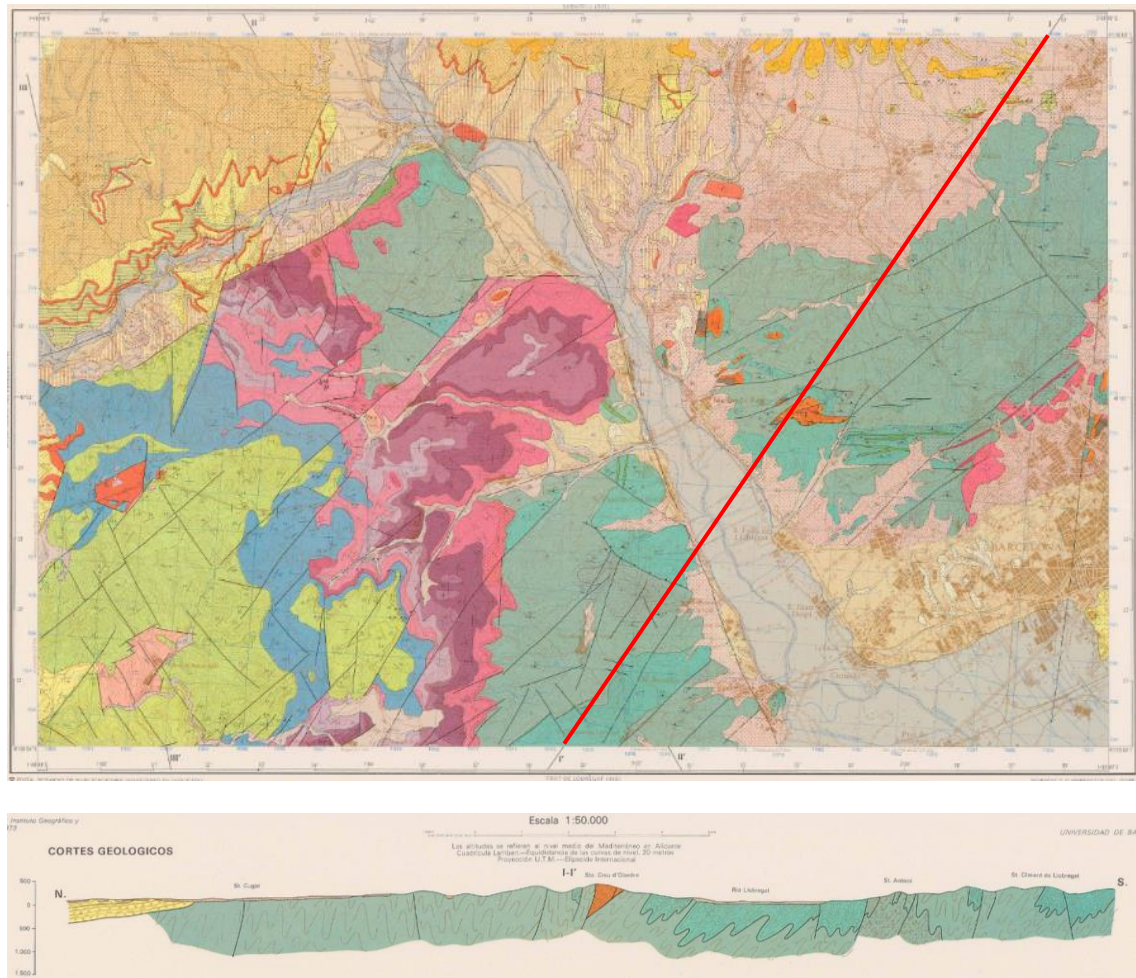


Figura 28. Mapa de las formaciones litológicas de la zona (ampliación). Fuente: Mapa de grupos litológicos de Catalunya.

#### 4.3.3. Cortes geológicos

Se ha tenido acceso a un corte geológico que atraviesa el Llobregat, como se muestra a continuación:







#### 4.4. Climatología

El clima del Llobregat es Mediterráneo de tipo Litoral Sud. La precipitación media anual se mueve entre los 500 mm y 600 mm.

Por lo que respecta al régimen pluviométrico, la estación más lluviosa es otoño y las más secas son verano e invierno. Verano es la época árida del año, que comprende junio y julio.

Por lo que respecta a las temperaturas, los inviernos son moderados, con medias de 7°C a 9°C, registrándose los valores más altos en la línea de la costa. Los veranos son calurosos, con medias de entre 22°C y 24°C. De este modo, la amplitud térmica anual es moderada.

Las siguientes figuras hacen referencia a las temperaturas y precipitaciones registradas entre 2001 y 2014.

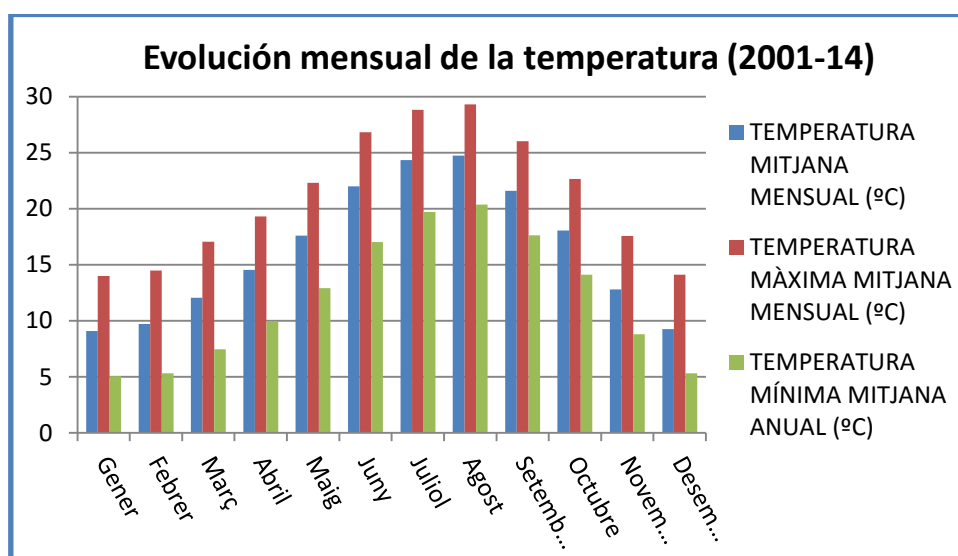


Figura x. Evolución mensual de la temperatura. Fuente: elaboración propia a partir de los datos de MeteoCat.

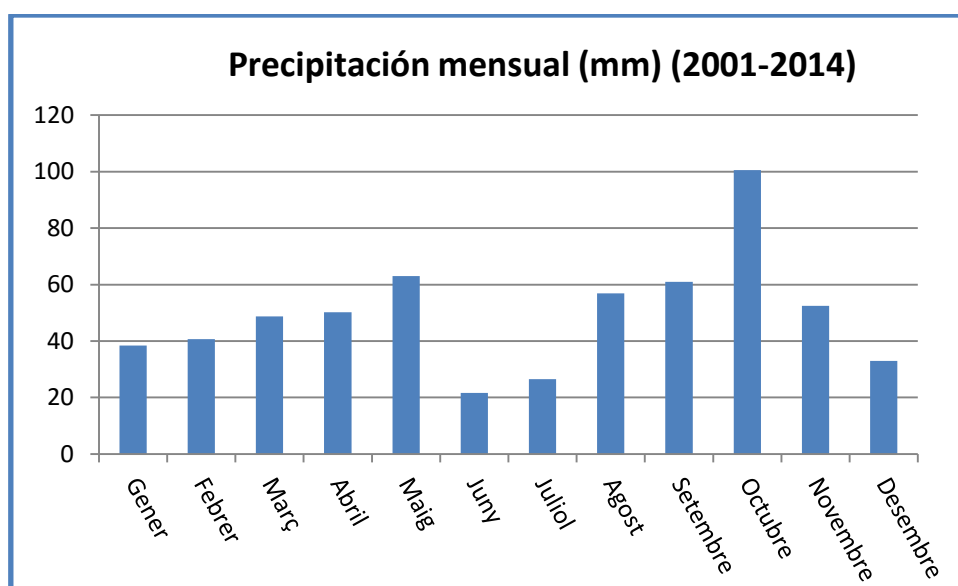


Figura x. Precipitación mensual media. Fuente: elaboración propia a partir de los datos de MeteoCat.

Por lo tanto, se constata que el Llobregat posee un clima propio del Mediterráneo, lo que le confiere un clima templado, con escasez de heladas, poco lluvioso y relativamente húmedo. Estas características prácticamente no suponen riesgos relevantes para el desarrollo normal del proceso constructivo, salvo la consideración de la evolución climática anual para la ejecución de las diferentes unidades de obra.

#### 4.5. Hidrología y drenaje

El proyecto se enmarca dentro de la cuenca hidrográfica del río Llobregat, que desemboca en el Mar Mediterráneo.



Darrera actualització: gener 2009

Figura 1. Mapa de conques i demarcacions hidrogràfiques de Catalunya. Fuente: ACA



Figura 2. Cuenca hidrogràfica del Llobregat.

#### 4.6. Trazado

La norma NAV 0-2-0.0 define los siguientes parámetros de carácter general, de los cuales dependen todos los demás. Dichos parámetros son:

- La velocidad máxima de circulación de pasajeros.
- La circulación mínima de circulación de los trenes de mercancías.

La siguiente tabla muestra los valores tomados para estos dos parámetros.

Parámetro	Unidades	min	Max
Velocidad circulación pax	km/h		140
Velocidad circulación merc	km/h	60	

Tabla x. Velocidades de diseño. Fuente: NAV 0-2-0.0

Se constata que se ha tomado una velocidad máxima para trenes de pasajeros de 140km/h, mientras que la velocidad mínima para los trenes de mercancías se ha fijado en 60km/h. Dichos valores se han tomado para mantener las velocidades de diseño del tramo.

#### 4.6.1. Trazado en planta

Cumpliendo la norma NAV 0-2-0.0, la siguiente tabla resume los parámetros de trazado en planta:

Parámetro	[ ]	Min	Max					
Distancia entre ejes de vía	mm	3.808						
Ancho de vía	mm	1.668	1.668					
Anchura de plataforma	m	10						
Anchura del hombro lateral de la banqueta del balastro	m	0,90						
Pendiente de la banqueta del balastro	-	5/4	5/4					
Anchura de los paseos (incluidos en la plataforma)	m	0,60						
Peralte	mm		160					
Aceleración sin compensar	m/s <sup>2</sup>		0,65					
Insuficiencia de peralte	mm		110					
Exceso de peralte	mm		80					
Pendiente del diagrama de peraltes	mm/m		1,15					
Variación pendiente peralte	mm/s		45					
Variación de la insuficiencia de peralte	mm/s		35					
Variación de la aceleración sin compensar	m/s <sup>3</sup>		0,20					
Sección de túnel	m <sup>2</sup>	59						
Parámetro	[ ]	Velocidad (km/h)						
		45	50	60	80	100	120	140
Radio mínimo de curva en planta	m	110	140	200	350	525	800	1.000
Longitud mínima de la curva de transición	m	60	65	78	102	130	155	180

Tabla x. Resumen de los parámetros límite de diseño del trazado en planta y sección transversal. Fuente: elaboración propia a partir de NAV 0-2-0.0

#### 4.6.2. Trazado en alzado

La siguiente tabla resume los parámetros de trazado en alzado, según la norma NAV 0-2-0.0.

Parámetro	[ ]	Min	Max
Rampa vertical	%		2%
Distancia entre ejes	m	4,9	
Aceleración vertical de elevación	m/s <sup>2</sup>		0,10
Aceleración lineal entre acuerdos verticales	m/s <sup>2</sup>		0,40
Radio curvatura acuerdo vertical	m	3.800	
Longitud de transición vertical	m	70	
Distancia con pendiente constante entre acuerdos verticales	m	70	
Longitud alineación con curvatura cte	m	60	

Tabla x. Resumen de los parámetros límite de diseño del trazado alzado. Fuente: elaboración propia a partir de NAV 0-2-0.0

#### 4.6.3. Resumen de los parámetros en planta y alzado

##### Trazado en planta

Número	Tipo	Longitud	A	Radio	P.K. inicial	P.K. final
1	Línea	115.103m			0+000.00m	0+115.10m
2	Línea	89.319m			0+115.10m	0+204.42m
3	Espiral-Curv...	60.000m	154.919m		0+204.42m	0+264.42m
3	Espiral-Curv...	27.601m		400.000m	0+264.42m	0+292.02m
3	Espiral-Curv...	60.000m	154.919m		0+292.02m	0+352.02m
4	Línea	22.593m			0+352.02m	0+374.62m
5	Espiral-Curv...	60.000m	81.240m		0+374.62m	0+434.62m
5	Espiral-Curv...	112.263m		110.000m	0+434.62m	0+546.88m
5	Espiral-Curv...	60.000m	81.240m		0+546.88m	0+606.88m
6	Línea	45.830m			0+606.88m	0+652.71m
7	Espiral-Curv...	80.000m	252.982m		0+652.71m	0+732.71m
7	Espiral-Curv...	29.242m		800.000m	0+732.71m	0+761.95m
7	Espiral-Curv...	80.000m	252.982m		0+761.95m	0+841.95m
8	Línea	185.671m			0+841.95m	1+027.62m
9	Espiral-Curv...	102.000m	214.243m		1+027.62m	1+129.62m
9	Espiral-Curv...	6.733m		450.000m	1+129.62m	1+136.36m
9	Espiral-Curv...	102.000m	214.243m		1+136.36m	1+238.36m
10	Línea	227.162m			1+238.36m	1+465.52m
11	Espiral-Curv...	128.000m	259.230m		1+465.52m	1+593.52m
11	Espiral-Curv...	28.079m		525.000m	1+593.52m	1+621.60m
11	Espiral-Curv...	128.000m	259.230m		1+621.60m	1+749.60m
12	Línea	281.181m			1+749.60m	2+030.78m
13	Espiral-Curv...	103.000m	287.054m		2+030.78m	2+133.78m
13	Espiral-Curv...	0.263m		800.000m	2+133.78m	2+134.04m
13	Espiral-Curv...	103.000m	287.054m		2+134.04m	2+237.04m
14	Línea	346.660m			2+237.04m	2+583.70m
15	Espiral-Curv...	100.000m	187.083m		2+583.70m	2+683.70m
15	Espiral-Curv...	120.490m		350.000m	2+683.70m	2+804.19m
15	Espiral-Curv...	60.000m	144.914m		2+804.19m	2+864.19m
16	Línea	0.939m			2+864.19m	2+865.13m
17	Espiral-Curv...	20.000m	31.623m		2+865.13m	2+885.13m
17	Espiral-Curv...	12.897m		50.000m	2+885.13m	2+898.03m
17	Espiral-Curv...	20.000m	31.623m		2+898.03m	2+918.03m
18	Línea	101.637m			2+918.03m	3+019.66m

Tabla x. Parámetros del trazado en planta



## Trazado en alzado

Nº	P.K. de VAV	Elevación de VAV	Inclinació...	Inclinació...	Tipo de c...	Valor de K	Longitud de cur...	Radio de curva
1	0+000.00m	30.000m		0.00%				
2	0+060.00m	30.000m	0.00%	-3.50%				
3	0+237.58m	23.785m	-3.50%	-3.50%				
4	0+785.96m	4.591m	-3.50%	0.00%	Cóncavo	20.000	70.000m	2000.000m
5	1+028.46m	4.591m	0.00%	2.00%				
6	1+305.88m	10.140m	2.00%	0.00%				
7	2+389.40m	10.140m	0.00%	2.38%	Cóncavo	29.440	70.000m	2944.027m
8	2+551.81m	14.001m	2.38%	-0.00%	Convexo	29.431	70.000m	2943.058m
9	2+737.51m	14.000m	-0.00%	-2.00%	Convexo	35.014	70.000m	3501.371m
10	2+859.35m	11.563m	-2.00%	0.00%	Cóncavo	35.000	70.000m	3500.000m
11	3+037.17m	11.563m	0.00%					

Tabla x. Parámetros del trazado en alzado

## 4.7. Movimiento de tierras

### 4.7.1. Fases constructivas

El trazado se divide en las siguientes fases constructivas:

- Zona 1: Estación Cornellà. PK 0+000.00m – PK 0+300.00m.
- Zona 2: Sección entre pantallas. PK 0+300.00m – PK 1+180.00m.
- Zona 3: Sección a nivel. PK 1+180.00m – PK 2+540.00m.
- Zona 4: Puente. PK 2+540.00m – PK 2+810.00m.
- Zona 5: Estación Sant Boi. PK 2+810.00m – PK 3+022.00m.

### 4.7.2. Resumen de los movimientos de tierras

Teniendo en cuenta las fases constructivas descritas, los movimientos de tierra vienen reflejados en la tabla siguiente:

Zona	PKi	PKf	m <sup>3</sup> extracción (-)	m <sup>3</sup> aportación (+)	balance (m <sup>3</sup> )
1	0	0+300	0	0	0
2	0+300	1+180	218.240	135.520	- 82.720
3	1+180	2+540	16.320	0	- 16.320
4	2+540	2+810	0	0	0
5	2+810	3+022	0	0	0
<b>TOTAL</b>	<b>0</b>	<b>3+022</b>	<b>234.560</b>	<b>135.520</b>	<b>- 99.040</b>

Tabla 1. Movimiento de tierras. Fuente: elaboración propia

Por lo tanto, se constata que, en total, se extraen 99.040m<sup>3</sup> de tierras, que deberán ser depositadas de forma temporal en las zonas auxiliares de obra habilitadas, y transportadas pertinentemente a vertedero.

## 4.8. Estructuras

En este apartado se describen las estructuras necesarias para la materialización del presente proyecto constructivo, con el objetivo de dimensionar dichas estructuras y definir sus características.

Se supone elemento ejecutado in situ con nivel intenso de control de la ejecución.

#### 4.8.1. Carácter de las acciones

Con el objetivo de proyectar la estructura de forma conservadora, se consideran todas las acciones como permanentes. No obstante, se toma un coeficiente de mayoración de 1,50 y un coeficiente de minoración de 1,00 para el cálculo de las envolventes de esfuerzos.

#### 4.8.2. Secciones tipo

Las secciones tipo calculadas se definen en función de la clase de estructura y de su profundidad. De este modo, se proyectan 3 secciones tipo: Sección entre pantallas, sección a nivel y sección de puente.

##### Sección entre pantallas

En la zona del núcleo de Cornellà el trazado se efectúa mediante la excavación mediante pantallas.

##### Sección a nivel

La zona central del trazado presenta una sección a nivel.

##### Sección de puente

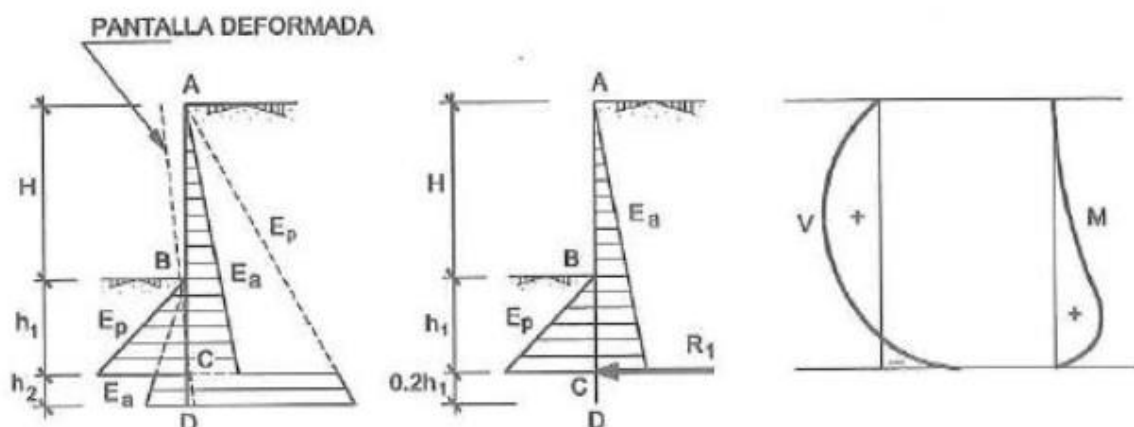
Puente sobre el Llobregat i la BV-202.

#### 4.8.3. Metodología de cálculo

El cálculo de las secciones en pantalla se ha realizado siguiendo el método de Blum-Calavera. Dicho procedimiento tiene en cuenta dos casos: pantalla en voladizo y pantalla con un nivel de apoyos

##### Pantalla en voladizo

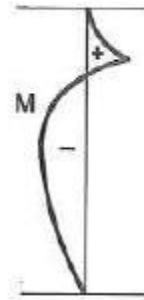
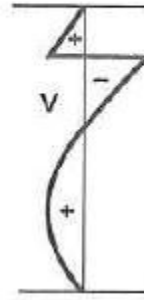
En este método la pantalla se considera empotrada en el terreno y equilibrada por los empujes activo y pasivo sobre el trasdós e intradós respectivamente.



##### Pantalla con un nivel de apoyos. Método del extremo libre

En este caso se supone que la pantalla gira alrededor del punto B, donde está situado el apoyo. Se ha considerado el extremo libre, dada la corta longitud del empotramiento.





#### **4.8.4. Cálculo y dimensionamiento de las secciones tipo**

Para cada una de las secciones tipo se han calculado y dimensionado todos sus elementos. A continuación se enumeran los elementos dimensionados:

##### **Sección entre pantallas.**

Esta sección está formada por los siguientes elementos:

- Pantallas laterales.
- Losa inferior
- Losa superior
- Viga de atado de las pantallas

##### **Sección a nivel**

Esta sección está formada por los siguientes elementos:

- 

##### **Sección de puente**

Esta sección está formada por los siguientes elementos:

- A
- B
- C

Para cada uno de los elementos descritos se ha realizado un dimensionamiento de su sección y de las armaduras pasivas.

## 4.9. Plataforma y superestructura

### 4.9.1. Normativas utilizadas

Para la edición del anejo actual se han tomado como referencia las siguientes normativas de Adif:

- NAV 2-1-0.0 OBRAS DE TIERRA. CALIDAD DE LA PLATAFORMA
- NAV 2-1-0.1 OBRAS DE TIERRA. CAPAS DE ASIENTO FERROVIARIAS
- NAV 2-1-2.0 OBRAS DE TIERRA. TRATAMIENTO DE LA PLATAFORMA

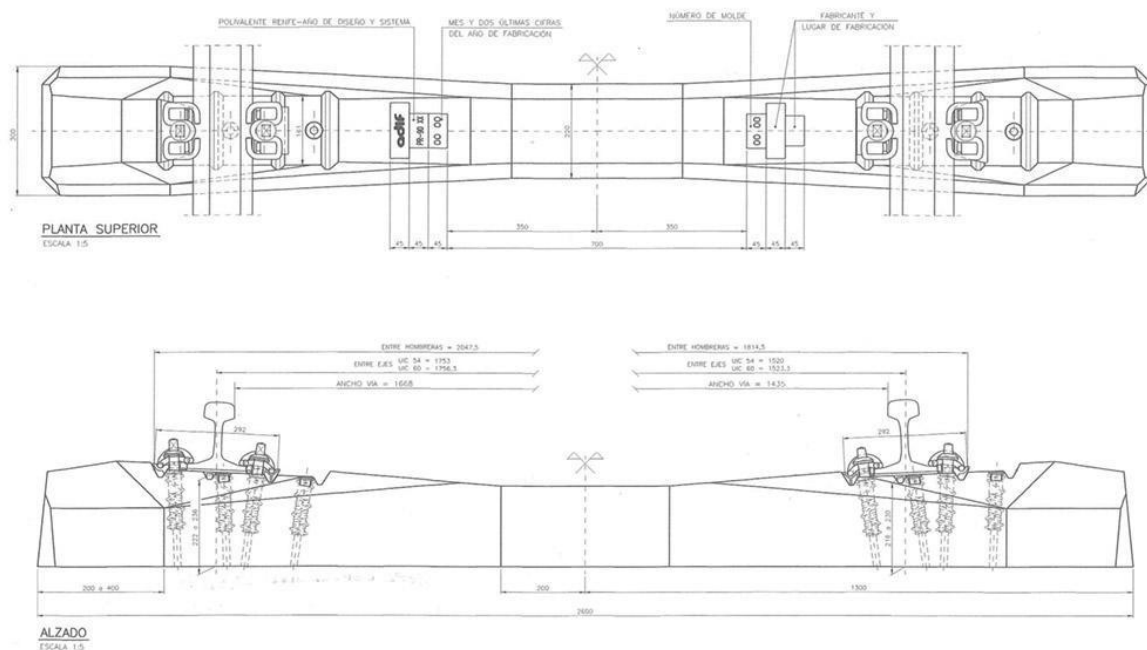
### 4.9.2. Espesor de las capas

La tabla siguiente contiene los espesores de las distintas capas, tanto de forma como de asiento:

Capa	Espesor (cm)
Balasto	25
Sub-balasto	25
Capa de fundación	No proyectada
Capa anticontaminante	No proyectada

### 4.9.3. Traviesas

Las traviesas utilizadas para el presente proyecto son del tipo PR-90, que ofrecen la posibilidad de instalar tanto el ancho de vía ibérico como el europeo. A continuación se muestran varias vistas de este tipo de traviesas.



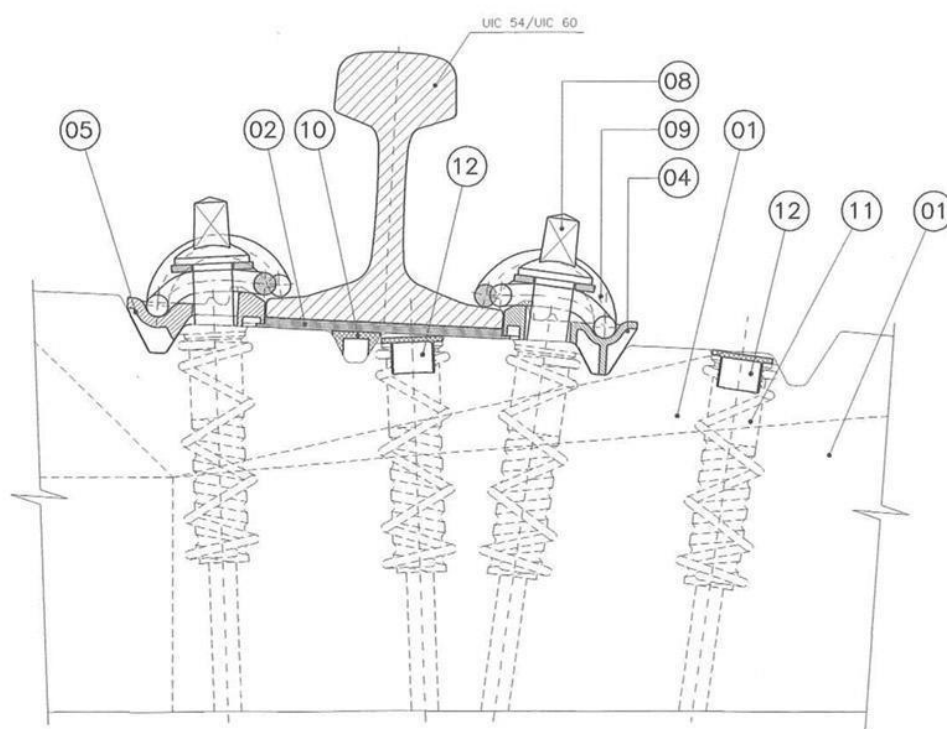


Las características técnicas de las traviesas PR-90 incluyen un peso, que oscila entre 295 y 315 kg, según el fabricante. Tienen 2,60 m de largo con un ancho de cabeza de 30 cm. Su funcionalidad permite dos emplazamientos de cada carril, manteniendo el eje de la vía para facilitar su montaje en ambos anchos.

La separación entre traviesas, siguiendo la norma NAV 2-1-0.1 es de 0,60m.

#### 4.9.4. Sujeciones

La sujeción montada para el tipo de traviesas PR-90 es la Skl-1. A continuación se muestra un esquema del montaje del sistema carril-sujeción-placa de asiento sobre la traviesa:



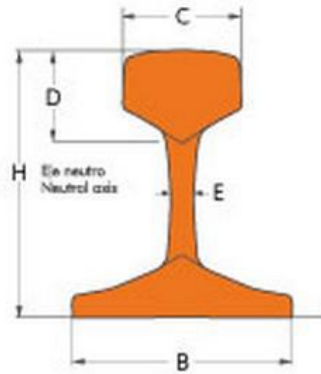
DETALLE DE MONTAJE EN ANCHO 1668  
 ESCALA 1:2

#### 4.9.5. Carriles

Siguiendo la normativa NRV 0-2-0.0, se determina que el tipo de carril para vías de velocidad máxima de 160 km/h es UIC54, de dureza 90, en barras de 288m soldadas en taller.

Las dimensiones de este tipo de carril son:

Tipo de Rail	H (mm)	B (mm)	C (mm)	D (mm)	E (mm)	Sección S (cm <sup>2</sup> )	Masa m (kg/m)
UIC54	159,00	140,00	70,00	49,40	16,00	69,77	54,77



#### 4.9.6. Catenaria

La catenaria instalada en el presente proyecto es el modelo de catenaria CA-160. Sus principales características son las siguientes:

- Velocidad de diseño: 160 km/h
- Composición:

Sustentador: Cu 150 mm<sup>2</sup>, Hilos de contacto: 2 x Cu 107 mm<sup>2</sup>

- Tensiones mecánicas de montaje:

Sustentador: 14.250 N, Hilos de contacto: 10.500 N

- Alturas nominales:

Hilos de contacto: 5,30 m, Sistema: 1,4 m

- Pendiente máxima de los hilos de contacto:

Pendiente máxima: 2 ‰ , Variación de pendiente máxima: 1 ‰

- Descentramiento: + 20 cm
- Longitud máxima de cantón: 1.200 m
- Vano máximo: 60 m
- Flecha máxima de los hilos de contacto (mm):  $0,6 \times \text{Vano} / 1000$
- Ménsulas: tipo celosía.

#### 4.10. Desvíos de tráfico. Situaciones provisionales

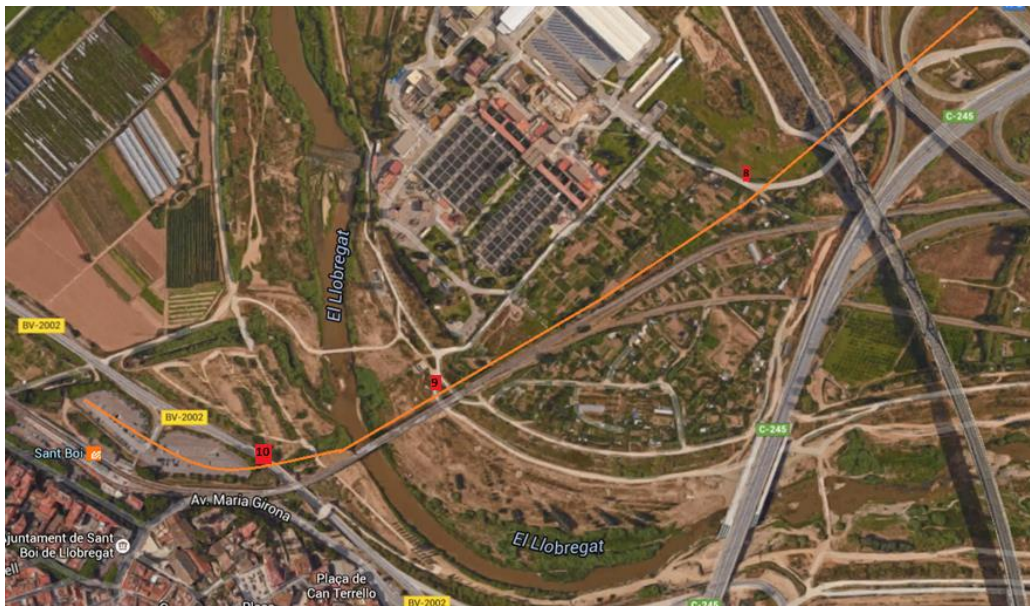
Las siguientes vías se ven interrumpidas provisionalmente por el cruce del nuevo trazado ferroviario.

1. Carrer Lluís Muntadas
2. Av. Can Corts
3. Passatge Huéscar
4. Carrer de Maria Aurèlia Capmany
5. Carretera de Sant Joan d'Espí
6. Carrer del Tarragonès
7. Carrer de Federica Montseny

- En el siguiente mapa se esquematizan los viales afectados.



Fuente: elaboración propia a partir de Google Maps.



Fuente: elaboración propia a partir de Google Maps.

42



#### 4.11. Reposición de servidumbres

El objetivo del este anejo es determinar los parámetros y criterios a seguir en el proceso de reposición de los viales (carreteras, caminos y calles) afectados por la nueva línea de cercanías.

##### 4.11.1. Identificación de las afecciones viarias

En la tabla siguiente se detallan las características de las zonas viarias afectadas (emplazamiento, longitud, descripción, posicionamiento y sección tipo).

P.K.	Descripción	Posicionamiento	Sección tipo
0+32- 0+46	Carrer Lluís Muntadas	Longitudinal a la traza	2
0+57.7- 0+60.2	Av. Can Corts	Perpendicular a la traza	2
0+60.2- 0+67.6	Pasaje Huéscar	Longitudinal a la traza	3
0+67.6- 0+69.5	Carrer de Maria Aurèlia Capmany	Perpendicular a la traza	3
0+81.5- 0+83.8	Carretera de Sant Joan d'Espí	Perpendicular a la traza	1
0+83.8- 1+12.2	Carrer del Tarragonés	Longitudinal a la traza	2
1+82- 2+10	Camino de acceso a la instalación de Aigües de Barcelona	Cruza varias veces el trazado	4
2+55.4- 2+57.4	Camino de acceso a la instalación de Aigües de Barcelona	Perpendicular a la traza	4

##### 4.11.2. Secciones tipo

###### *Carretera*

###### Categoría de tráfico

Para el diseño de la sección de las carreteras afectadas se considera una categoría de tráfico pesado T1, correspondiente a una IMD de pesados de entre 800 y 2.000 vehículos por día.

TABLA 1.A. CATEGORÍAS DE TRÁFICO PESADO T00 A T2

CATEGORÍA DE TRÁFICO PESADO	T00	T0	T1	T2
IMDp (vehículos pesados/día)	≥ 4 000	< 4 000 ≥ 2 000	< 2 000 ≥ 800	< 800 ≥ 200

TABLA 1.B. CATEGORÍAS DE TRÁFICO PESADO T3 Y T4

CATEGORÍA DE TRÁFICO PESADO	T31	T32	T41	T42
IMDp (vehículos pesados/día)	< 200 ≥ 100	< 100 ≥ 50	< 50 ≥ 25	< 25

Figura 1. Categorías de tráfico pesado. Fuente: 6.1 IC secciones de firme.

Categoría de explanada

Se colocará en la parte superior de las tierras recolocadas una capa de 100cm de suelo seleccionado. De este modo, se consigue una explanada E2.

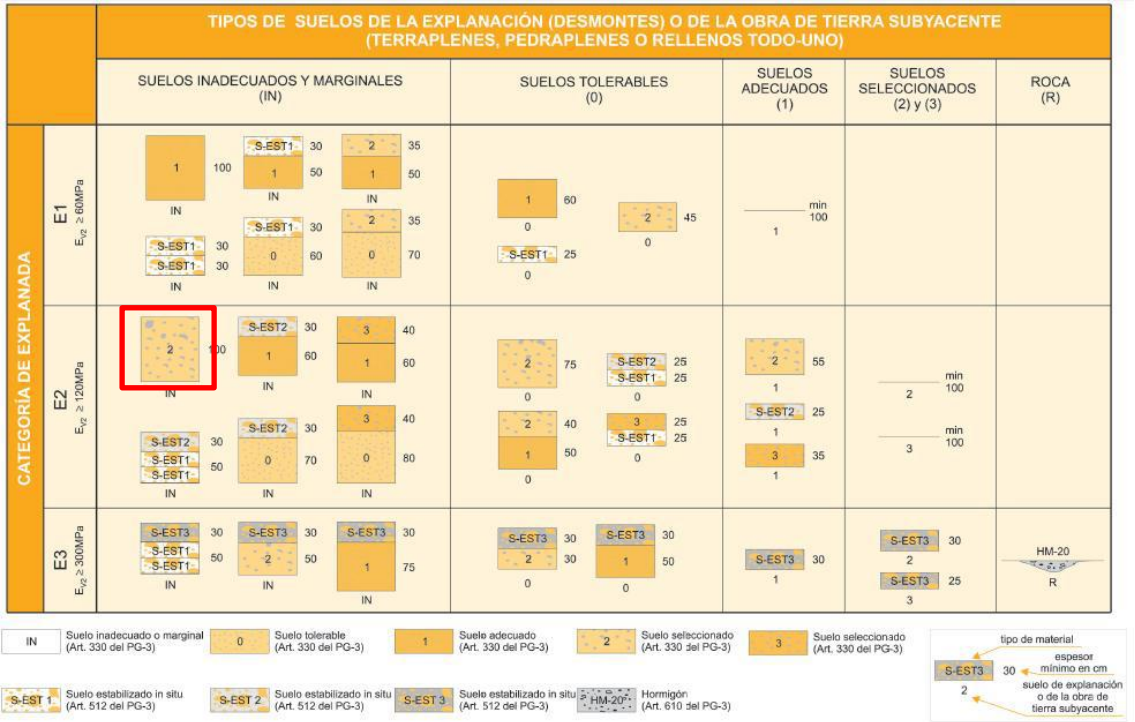


Figura 2. Tabla de clasificación de explanaciones. Fuente: 6.1 IC secciones de firme.

Sección de firme

La elección de la sección de firme se realiza teniendo en cuenta la categoría de tráfico pesado y la explanada, siguiendo la tabla de la figura siguiente.

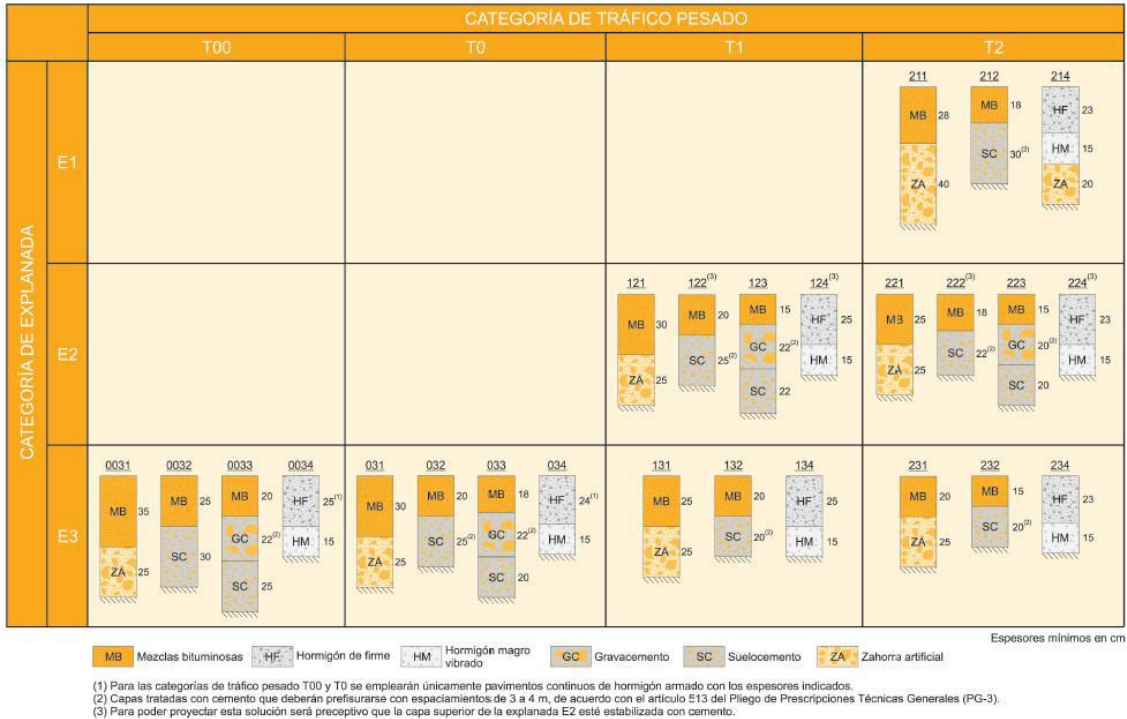


Figura 3.Catálogo de secciones de firme. Fuente: Fuente: 6.1 IC secciones de firme.

De entre las secciones de firme disponibles, se elige la 121, que corresponde a 25 centímetros de zahorras artificiales y 30 cm de mezclas bituminosas.

Los 30 cm de mezclas bituminosas están formados por dos capas de 10cm de mezcla tipo S como base, 7cm de mezcla tipo D como capa intermedia y 3cm de mezcla M como capa de rodadura, siguiendo la siguiente tabla de la instrucción 6.1 IC.

TIPO DE CAPA	TIPO DE MEZCLA (*)	CATEGORÍA DE TRÁFICO PESADO		
		T00 a T1	T2 y T31	T32 y T4 (T41 y T42)
Rodadura	PA	4		
	M	3	2-3	
	F			
	D y S		6-5	5
Intermedia	D y S	5-10(**)		
Base	S y G	7-15		
	MAM	7-13		

(\*) Ver definiciones en tabla 5 o artículos 542 y 543 del PG-3.  
(\*\*) Salvo en arcenes, para los que se seguirá lo indicado en el apartado 7.

Figura 4. Espesor de capas de mezcla bituminosa en caliente (cm). Fuente: 6.1 IC secciones de firme.

Calle principal

Categoría de tráfico

Para el diseño de la sección de las carreteras afectadas se considera una categoría de tráfico pesado T31, correspondiente a una IMD de pesados de entre 100 y 200 vehículos por día.



TABLA 1.A. CATEGORÍAS DE TRÁFICO PESADO T00 A T2

CATEGORÍA DE TRÁFICO PESADO	T00	T0	T1	T2
IMDp (vehículos pesados/día)	≥ 4 000	< 4 000 ≥ 2 000	< 2 000 ≥ 800	< 800 ≥ 200

TABLA 1.B. CATEGORÍAS DE TRÁFICO PESADO T3 Y T4

CATEGORÍA DE TRÁFICO PESADO	T31	T32	T41	T42
IMDp (vehículos pesados/día)	< 200 ≥ 100	< 100 ≥ 50	< 50 ≥ 25	< 25

Figura 5. Categorías de tráfico pesado. Fuente: 6.1 IC secciones de firme.

Categoría de explanada

De la misma manera que en el caso de la sección de carreteras (1), se considera una explanada E2.

Sección de firme

La elección de la sección de firme se realiza teniendo en cuenta la categoría de tráfico pesado y la explanada, siguiendo la tabla de la figura siguiente.

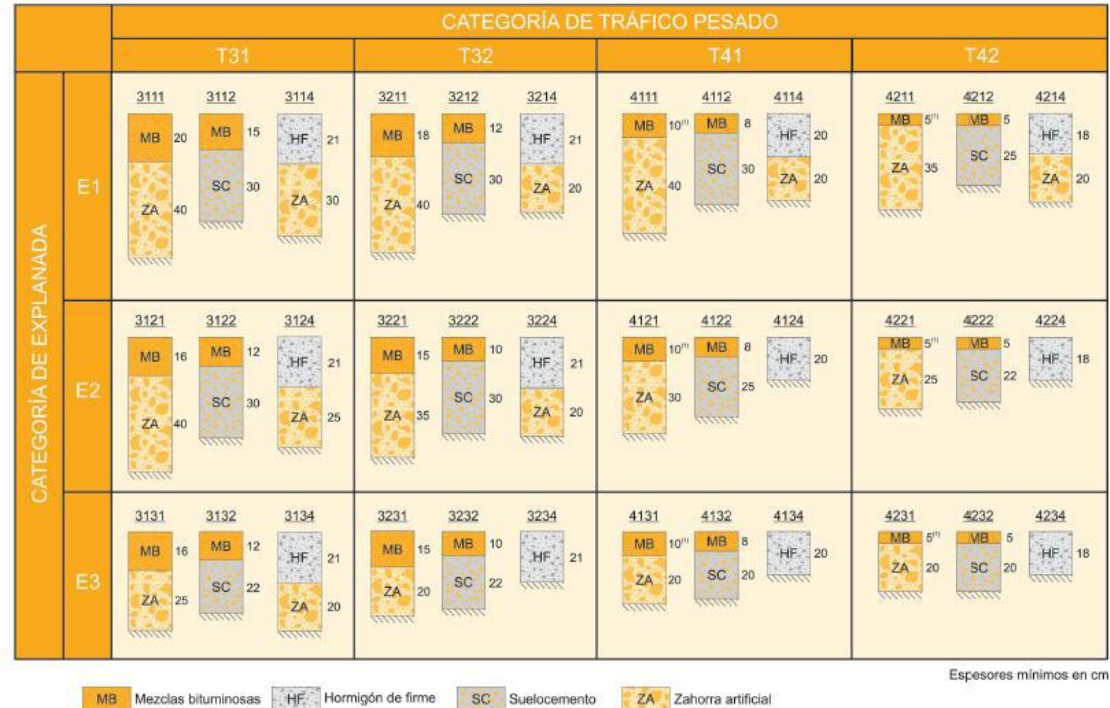


Figura 6.Catálogo de secciones de firme. Fuente: Fuente: 6.1 IC secciones de firme.

De entre las secciones de firme disponibles, se elige la 3121, que corresponde a 45 centímetros de zahorras artificiales y 16 cm de mezclas bituminosas.

Los 16 cm de mezclas bituminosas están formados por una capa de 8cm de mezcla tipo S como base, 6cm de mezcla tipo D como capa intermedia y 2cm de mezcla M como capa de rodadura, siguiendo la tabla de la instrucción 6.1 IC

*Calle secundaria*

**Categoría de tráfico**

Para el diseño de la sección de las carreteras afectadas se considera una categoría de tráfico pesado T41, correspondiente a una IMD de pesados de entre 25 y 50 vehículos por día.

TABLA 1.A. CATEGORÍAS DE TRÁFICO PESADO T00 A T2

CATEGORÍA DE TRÁFICO PESADO	T00	T0	T1	T2
IMDp (vehículos pesados/día)	≥ 4 000	< 4 000 ≥ 2 000	< 2 000 ≥ 800	< 800 ≥ 200

TABLA 1.B. CATEGORÍAS DE TRÁFICO PESADO T3 Y T4

CATEGORÍA DE TRÁFICO PESADO	T31	T32	T41	T42
IMDp (vehículos pesados/día)	< 200 ≥ 100	< 100 ≥ 50	< 50 ≥ 25	< 25

Figura 7. Categorías de tráfico pesado. Fuente: 6.1 IC secciones de firme.

**Categoría de explanada**

De la misma manera que en el caso de la sección de carreteras (1), se considera una explanada E2. Se deberá colocar una capa de 100cm de suelo seleccionado.

**Sección de firme**

La elección de la sección de firme se realiza teniendo en cuenta la categoría de tráfico pesado y la explanada, siguiendo la tabla de la figura siguiente.

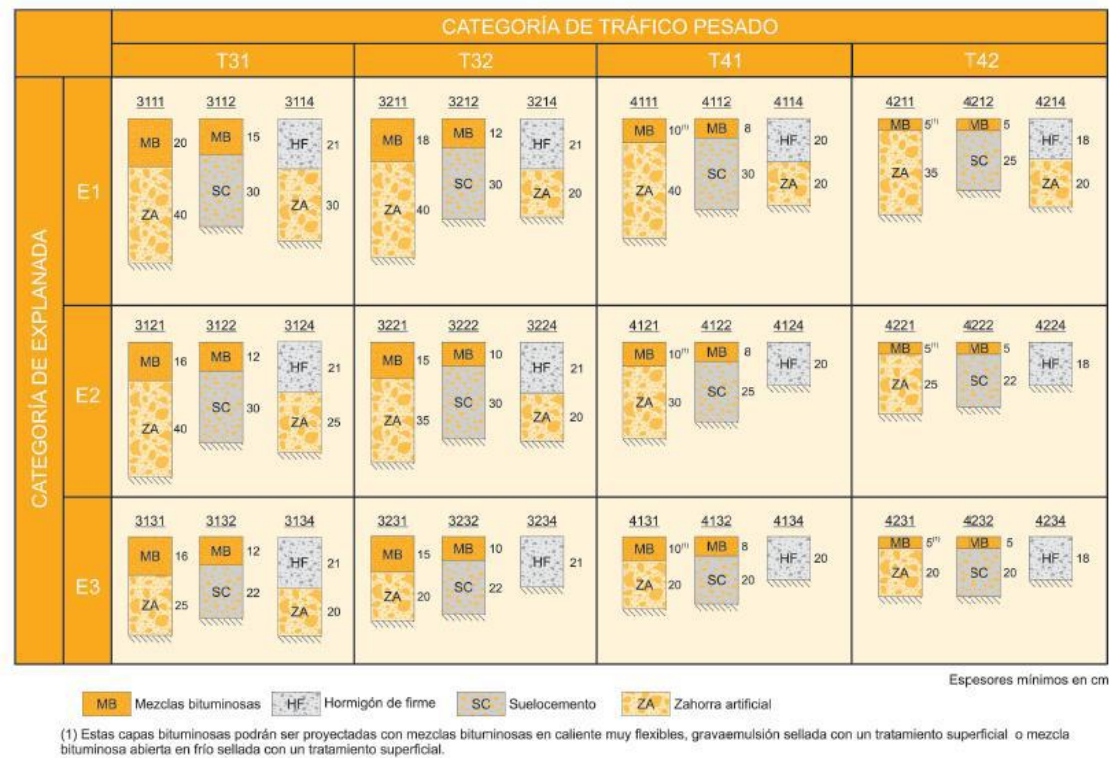


Figura 8.Catálogo de secciones de firme. Fuente: Fuente: 6.1 IC secciones de firme.

De entre las secciones de firme disponibles, se elige la 4121, que corresponde a 30 centímetros de zahorras artificiales y 10 cm de mezclas bituminosas.

Los 10 cm de mezclas bituminosas están formados por una capa de 8cm de mezcla tipo D como capa intermedia y 2cm de mezcla M como capa de rodadura, siguiendo la tabla de la instrucción 6.1 IC

Camino

Categoría de tráfico

Para el diseño de la sección de las carreteras afectadas se considera una categoría de tráfico pesado T42, correspondiente a una IMD de pesados de menor de 25 vehículos por día.

TABLA 1.A. CATEGORÍAS DE TRÁFICO PESADO T00 A T2				
CATEGORÍA DE TRÁFICO PESADO	T00	T0	T1	T2
IMDp (vehículos pesados/día)	≥ 4 000	< 4 000 ≥ 2 000	< 2 000 ≥ 800	< 800 ≥ 200

TABLA 1.B. CATEGORÍAS DE TRÁFICO PESADO T3 Y T4				
CATEGORÍA DE TRÁFICO PESADO	T31	T32	T41	T42
IMDp (vehículos pesados/día)	< 200 ≥ 100	< 100 ≥ 50	< 50 ≥ 25	< 25

Figura 9. Categorías de tráfico pesado. Fuente: 6.1 IC secciones de firme.



### **Categoría de explanada**

De la misma manera que en el caso de la sección de carreteras (1), se considera una explanada E2. En el caso de sección cajón, las zonas que no estén situadas directamente sobre la losa de hormigón, se deberá colocar una capa de 100cm de suelo seleccionado.

### **Sección de firme**

La elección de la sección de firme se realiza teniendo en cuenta la categoría de tráfico pesado y la explanada, y dimensionando el firme como si se tratase de un arcén. De este modo, se proyecta una cubierta de zahorra artificial y riego de gravilla.

## **4.12. Reposición de servicios afectados**

Al tratarse de una obra urbana, los servicios afectados que deberán ser convenientemente repuestos, respetando, en la medida de lo posible, su configuración original son las conducciones de:

- Agua
- Electricidad
- Gas Natural
- Comunicaciones

A continuación se presenta una tabla con los servicios afectados.

DENOMINACIÓN	PK	PROPIEDAD	ESTADO	TIPOLOGÍA	AFECCIÓN	REPOSICIÓN PROPUESTA
SNJ	1+13.04	AIGUES DE BARCELONA	Construido	Red de saneamiento	Corta ortogonalmente al nuevo trazado	Conservación de su posición original después del cubrimiento de la traza
SNJ	2+76.96	AIGUES DE BARCELONA	Construido	Red de saneamiento	Corta ortogonalmente al nuevo trazado	Conservación de su posición original después del cubrimiento de la traza
SNJ	2+92.10	AIGUES DE BARCELONA	Construido	Red de saneamiento	Corta ortogonalmente al nuevo trazado	Paso inferior al nuevo trazado
FD 150	0+53.44	AIGUES DE BARCELONA	Construido	Canalización 150mm	Corta ortogonalmente al nuevo trazado	Conservación de su posición original después del cubrimiento de la traza
FD 100	0+60.03	AIGUES DE BARCELONA	Construido	Canalización 100mm	Corta ortogonalmente al nuevo trazado	Conservación de su posición original después del cubrimiento de la traza
FD 150	0+68.12	AIGUES DE BARCELONA	Construido	Canalización 150mm	Corta ortogonalmente al nuevo trazado	Conservación de su posición original después del cubrimiento de la traza
FD 200	0+81.72	AIGUES DE BARCELONA	Construido	Canalización 200mm	Corta ortogonalmente al nuevo trazado	Conservación de su posición original después del cubrimiento de la traza
FD 800	1+12.15	AIGUES DE BARCELONA	Construido	Canalización 800mm	Corta ortogonalmente al nuevo trazado	Conservación de su posición original después del cubrimiento de la traza
FD 400	1+12.93	AIGUES DE BARCELONA	Construido	Canalización 400mm	Corta ortogonalmente al nuevo trazado	Paso inferior al nuevo trazado
FD 400	1+58.06 – 2+12.87	AIGUES DE BARCELONA	Construido	Canalización 400mm	Paralelo al nuevo trazado	Conservación de su posición original después de las obras
FD 450	1+58.06 – 2+12.87	AIGUES DE BARCELONA	Construido	Canalización 450mm	Paralelo al nuevo trazado	Conservación de su posición original después de las obras
FD 900	1+58.06 – 2+12.87	AIGUES DE BARCELONA	Construido	Canalización 900mm	Paralelo al nuevo trazado	Conservación de su posición original después de las obras
FD 1500	1+58.06 – 2+12.87	AIGUES DE BARCELONA	Construido	Canalización 1500mm	Paralelo al nuevo trazado	Conservación de su posición original después de las obras
FD 1250	2+25.45	AIGUES DE BARCELONA	Construido	Canalización 1250mm	Corta ortogonalmente al nuevo trazado	Conservación de su posición original después de las obras
FD 200	2+48.33	AIGUES DE BARCELONA	Construido	Canalización 200mm	Corta ortogonalmente al nuevo trazado	Conservación de su posición original después de las obras

DENOMINACIÓN	PK	PROPIEDAD	ESTADO	TIPOLOGÍA	AFECCIÓN	REPOSICIÓN PROPUESTA
AT Sub	0+50.22	ENDESA	Construido	Traza de Alta Tensión subterránea	Corta ortogonalmente al nuevo trazado	Conservación de su posición original después del cubrimiento de la traza
25 Kv Sub	0+51.83	ENDESA	Construido	Línea de 25 Kv subterránea	Corta ortogonalmente al nuevo trazado	Conservación de su posición original después del cubrimiento de la traza
AT-MT Sub	0+58.07	ENDESA	Construido	Líneas de 220 Kv y línea de 25 Kv subterráneas	Corta ortogonalmente al nuevo trazado	Conservación de su posición original después del cubrimiento de la traza
AT-MT Aer	0+58.07	ENDESA	Construido	Traza de Alta y Media Tensión aérea	Corta ortogonalmente al nuevo trazado	Conservación de su posición original después del cubrimiento de la traza
BT Sub	0+69.80	ENDESA	Construido	Línea de 380V subterránea	Corta ortogonalmente al nuevo trazado	Conservación de su posición original después del cubrimiento de la traza
AT-MT Sub	0+70.26	ENDESA	Construido	Traza de Alta y Media Tensión subterránea	Corta ortogonalmente al nuevo trazado	Conservación de su posición original después del cubrimiento de la traza
AT-MT Sub	1+11.71	ENDESA	Construido	Traza de Alta y Media Tensión subterránea	Corta ortogonalmente al nuevo trazado	Conservación de su posición original después del cubrimiento de la traza
AT-MT Sub	1+12.44	ENDESA	Construido	Traza de Alta y Media Tensión subterránea	Corta ortogonalmente al nuevo trazado	Paso inferior al nuevo trazado
AT Sub	1+22.35	ENDESA	Construido	Línea de 220 Kv subterránea	Corta ortogonalmente al nuevo trazado	Paso inferior al nuevo trazado
MT Aer	1+22.35	ENDESA	Construido	Línea de 25Kv aérea	Corta ortogonalmente al nuevo trazado	Conservación de su posición original después del cubrimiento de la traza
AT Sub	2+84.19	ENDESA	Construido	Línea de 220 Kv subterránea	Corta ortogonalmente al nuevo trazado	Paso inferior al nuevo trazado
MT Aer	2+84.19	ENDESA	Construido	Línea de 25Kv aérea	Corta ortogonalmente al nuevo trazado	Conservación de su posición original después del cubrimiento de la traza



DENOMINACIÓN	PK	PROPIEDAD	ESTADO	TIPOLOGÍA	AFECCIÓN	REPOSICIÓN PROPUESTA
PE 90	0+53.44	GAS NATURAL	Construido	Tubo de polietileno 90mm	Corta ortogonalmente al nuevo trazado	Conservación de su posición original después del cubrimiento de la traza
PE 160	0+60.03	GAS NATURAL	Construido	Tubo de polietileno 160mm	Corta ortogonalmente al nuevo trazado	Conservación de su posición original después del cubrimiento de la traza

DENOMINACIÓN	PK	PROPIEDAD	ESTADO	TIPOLOGÍA	AFECCIÓN	REPOSICIÓN PROPUESTA
2c. CC 36 m.	0+34.23	TELEFÓNICA	Construido	Eje de canalización de 4 conductos de cemento de 36m	Corta ortogonalmente al nuevo trazado	Paso inferior al nuevo trazado
2c. PVC 28 m.	0+53.44	TELEFÓNICA	Construido	Eje de canalización de 2 conductos de PVC de 28m	Corta ortogonalmente al nuevo trazado	Conservación de su posición original después del cubrimiento de la traza
2c. PVC 25 m.	0+60.03	TELEFÓNICA	Construido	Eje de canalización de 2 conductos de PVC de 25m	Corta ortogonalmente al nuevo trazado	Conservación de su posición original después del cubrimiento de la traza
PED GEN (ID 3610189)	0+60.48	TELEFÓNICA	Construido	Cámara de registro subterráneo	Coincide con el nuevo trazado	Movimiento de la cámara de registro
2c. PVC 27 m.	0+68.12	TELEFÓNICA	Construido	Eje de canalización de 2 conductos de PVC de 27m	Corta ortogonalmente al nuevo trazado	Conservación de su posición original después del cubrimiento de la traza
8c. PVC 30 m.	0+81.72	TELEFÓNICA	Construido	Eje de canalización de 8 conductos de PVC de 30m	Corta ortogonalmente al nuevo trazado	Conservación de su posición original después del cubrimiento de la traza
4c. PVC 48 m.	0+83.47	TELEFÓNICA	Construido	Eje de canalización de 4 conductos de PVC de 48m	Corta ortogonalmente al nuevo trazado	Conservación de su posición original después del cubrimiento de la traza
6c. PVC 203 m.	1+58.50	TELEFÓNICA	Construido	Eje de canalización de 6 conductos de PVC de 203m	Corta ortogonalmente al nuevo trazado	Paso inferior al nuevo trazado

DENOMINACIÓN	PK	PROPIEDAD	ESTADO	TIPOLOGÍA	AFECCIÓN	REPOSICIÓN PROPUESTA
Fibra óptica	0+60.03	ONO	Construido	Canalización fibra óptica	Corta ortogonalmente al nuevo trazado	Conservación de su posición original después del cubrimiento de la traza
Fibra óptica	0+68.12	ONO	Construido	Canalización fibra óptica	Corta ortogonalmente al nuevo trazado	Conservación de su posición original después del cubrimiento de la traza
Fibra óptica	0+81.72	ONO	Construido	Canalización fibra óptica	Corta ortogonalmente al nuevo trazado	Conservación de su posición original después del cubrimiento de la traza
Fibra óptica	0+83.47	ONO	Construido	Canalización fibra óptica	Corta ortogonalmente al nuevo trazado	Conservación de su posición original después del cubrimiento de la traza

## 4.13. Expropiaciones y ocupaciones temporales

### 4.14.1. Criterios de valoración

#### Metodología

Con el objetivo de establecer una valoración objetiva de los terrenos afectados, se valorarán los m<sup>2</sup> afectados según la clasificación del suelo aportada en el Plan De Ordenación Urbanística Municipal (POUM) y su productividad asociada según cuadro de precios unitarios mostrado en el apartado siguiente.

En cuanto a las ocupaciones temporales, y teniendo en cuenta la duración prevista de las obras, se ha estimado que la indemnización correspondiente a la ocupación temporal de los terrenos se debe valorar en el 10% del valor del terreno afectado por cada año de ocupación del mismo.

#### Precios unitarios

De la aplicación de los criterios anteriormente señalados se han obtenido los valores unitarios que deben adoptarse para la tasación de los bienes y derechos afectados con motivo de la ejecución de las obras contenidas en el presente Proyecto.

Para la determinación de dichos valores unitarios, se toma como precio de referencia el valor de 650€/m<sup>2</sup> para el suelo urbano. Posteriormente, en función del tipo de sistema al que pertenezcan el resto de superficies afectadas por el proyecto, se establece un precio unitario en función del valor de referencia. La tabla siguiente resume dichos precios unitarios en función de la calificación del suelo.

Clasificación del suelo	Código	Definición	Porcentaje del precio sobre suelo urbano	€/m <sup>2</sup>
SUELO URBANO	20.1	Comercial, restauración y otros servicios privados	100%	650
SISTEMAS DE ESPACIOS LIBRES	A2	Parques, jardines y plazas públicas	75%	488
	A3	Valles de riera		
	A5	Itinerarios peatonales		
SISTEMAS DE COMUNICACIONES	B1	Red viaria territorial	75%	488
	B2	Red viaria urbana		
	B4	Red ferroviaria		
SISTEMAS DE SERVICIOS	C3	Estación de servicios	75%	488
SISTEMAS DE EQUIPAMIENTOS	D0	Reserva de equipamiento	75%	488
	P	Protección de sistemas		

Tabla 1. Precios unitarios de expropiación en función del tipo de actividad asociada al suelo. Fuente: elaboración propia.

### 4.14.2. Valoración de los bienes y derechos afectados

A continuación se muestran las superficies y el valor de la afectación de las expropiaciones y ocupaciones temporales.

Clasificación del suelo	Definición	Porcentaje del precio sobre suelo urbano	Ocupación temp (€/m <sup>2</sup> )
-------------------------	------------	--	------------------------------------



SUELO URBANO	Comercial, restauración y otros servicios privados	100%	6,50
SUELO INDUSTRIAL	Reservado para actividades industriales	75%	4,88
SISTEMAS DE ESPACIOS LIBRES	Parques, jardines y plazas públicas	25%	1,63
	Valles de riera		
	Itinerarios peatonales		
SISTEMA DE COMUNICACIONES	Red viaria territorial	75%	4,88
	Red viaria urbana		
	Red ferroviaria		
EQUIPAMENTOS COMUNITARIOS Y DOTACIONES	Centros públicos al servicio de la población	75%	4,88
SUELO RÚSTICO	Agrícola	10%	0,65
	Protegido	25%	1,63

Tabla 1. Precios unitarios de ocupación temporal en función del tipo de actividad asociada al suelo. Fuente: elaboración pròpia.

Clasificación del suelo	Definición	Porcentaje del precio sobre suelo urbano	Expropiación (€/m <sup>2</sup> )
SUELO URBANO	Comercial, restauración y otros servicios privados	100%	9,87
SUELO INDUSTRIAL	Reservado para actividades industriales	75%	7,40
SISTEMAS DE ESPACIOS LIBRES	Parques, jardines y plazas públicas	25%	2,47
	Valles de riera		
	Itinerarios peatonales		
SISTEMA DE COMUNICACIONES	Red viaria territorial	75%	7,40
	Red viaria urbana		
	Red ferroviaria		
EQUIPAMENTOS COMUNITARIOS Y DOTACIONES	Centros públicos al servicio de la población	75%	7,40
SUELO RÚSTICO	Agrícola	10%	0,99
	Protegido	25%	2,47

Tabla 2. Precios unitarios de expropiación en función del tipo de actividad asociada al suelo. Fuente: elaboración pròpia.

#### **4.14. Seguridad y salud**

La finalidad del estudio de seguridad y salud es establecer, durante la ejecución de las obras del presente proyecto, las previsiones respecto a prevención de riesgos de accidentes y enfermedades profesionales, así como los derivados de los trabajos de reparación, conservación y mantenimiento que se realicen durante el tiempo de garantía, al tiempo que se definen los locales preceptivos de higiene y bienestar de los trabajadores.

Su función es dar las directrices básicas a la empresa contratista para llevar a cabo su obligación de redacción de un Plan de Seguridad y Salud en el que se analicen, estudien, desarrollen y complementen, en función de su propio esquema de ejecución, las previsiones contenidas en este Estudio.

Dicho Plan facilitará la mencionada labor de previsión, prevención, y protección profesional, y estará en la obra a disposición permanente de la Dirección Facultativa.

Todo ello se realizará con estricto cumplimiento del articulado completo del Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se implanta la obligatoriedad de la inclusión de un Estudio de Seguridad y Salud en los proyectos de obras de construcción.

Dicho Plan, debe ser revisado y aprobado, en su caso, por el coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra.

## **5. Documentos que integran el proyecto**

Los documentos que integran el presente proyecto son:

### **Documento 1. Memoria y Anejos**

Memoria

Anejos

*Anejo 1. Topografía*

*Anejo 2. Geología*

*Anejo 3. Climatología*

*Anejo 4. Hidrología y Drenaje*

*Anejo 5. Estudio de Alternativas*

*Anejo 6. Trazado*

*Anejo 7. Movimiento de Tierras*

*Anejo 8. Estructuras*

*Anejo 9. Plataforma y Superestructura*

*Anejo 10. Estudio de Impacto Ambiental*

*Anejo 11. Situaciones Provisionales*

*Anejo 12. Reposición de Servidumbres*

*Anejo 13. Reposición de Servicios Afectados*

*Anejo 14. Expropiaciones y Ocupaciones Temporales*

*Anejo 15. Justificación de Precios*

*Anejo 16. Seguridad y Salud*

*Anejo 17. Plan de Obra*

*Anejo 18. Procedimiento Constructivo*

*Anejo 19. Plan de Calidad*

*Anejo 20. Anejo Fotográfico*

### **Documento 2. Planos**

### **Documento 3. Pliego de Prescripciones técnicas**

### **Documento 4. Presupuesto**



## 6. Resumen del presupuesto

NIVEL 4: Título 4			Importe
Título 4	01.03.10.11	PANTALLAS	1.258.674,16
Título 4	01.03.10.12	LOSAS	280.548,80
<b>Subcapítulo</b>	<b>01.03.10</b>	<b>SECCIÓN PANTALLAS</b>	<b>1.539.222,96</b>
Título 4	01.03.20.21	ZAPATAS	22.159,28
Título 4	01.03.20.22	PILARES	12.286,69
Título 4	01.03.20.23	DINTEL	8.335,03
Título 4	01.03.20.24	VIGAS	199.060,00
Título 4	01.03.20.25	LOSAS	436.872,69
<b>Subcapítulo</b>	<b>01.03.20</b>	<b>SECCIÓN PUENTE</b>	<b>678.713,69</b>
Título 4	01.05.10.11	MATERIALES GRANULARES	17.631,60
Título 4	01.05.10.12	MATERIALES BITUMINOSOS	25.318,03
<b>Subcapítulo</b>	<b>01.05.10</b>	<b>FIRMES Y PAVIMENTOS</b>	<b>42.949,63</b>
Título 4	01.05.20.21	SEÑALIZACIÓN VERTICAL	16.115,51
Título 4	01.05.20.22	SEÑALIZACIÓN HORIZONTAL	6.500,00
Título 4	01.05.20.23	BARRERAS DE SEGURIDAD	29.813,60
<b>Subcapítulo</b>	<b>01.05.20</b>	<b>SEÑALIZACIÓN Y SEGURIDAD VIARIA</b>	<b>52.429,11</b>
			<b>2.313.315,39</b>
NIVEL 3: Subcapítulo			Importe
Subcapítulo	01.01.10	DESBROZE	13.668,00
Subcapítulo	01.01.20	DESMONTE	55.339,20
Subcapítulo	01.01.30	EXCAVACIÓN PANTALLAS	1.665.258,20
Subcapítulo	01.01.40	TRANSPORTE	1.028.222,40
Subcapítulo	01.01.50	EXPLANADA	0,00
<b>Capítulo</b>	<b>01.01</b>	<b>MOVIMIENTO DE TIERRAS</b>	<b>2.762.487,80</b>

NIVEL 2: Capítulo			Importe
Capítulo	01.01	MOVIMIENTO DE TIERRAS	2.762.487,80
Capítulo	01.02	DRENAJE	90.260,69
Capítulo	01.03	ESTRUCTURAS	2.217.936,65
Capítulo	01.04	SUPERESTRUCTURA	2.013.808,59
Capítulo	01.05	RESPOSICIÓN SERIDUMBRES	95.378,74
Capítulo	01.06	MEDIDAS CORRECTORAS DE IMPACTO AMBIENTAL	152.552,00
Capítulo	01.07	REPOSICIÓN SERVICIOS AFECTADOS	22.897,88
Capítulo	01.08	SEGURIDAD Y SALUD	274.562,83
Capítulo	01.09	PLAN DE CALIDAD	131.732,99
<b>Obra</b>	<b>01</b>	<b>Presupuesto PFC</b>	<b>7.761.618,17</b>
			<b>7.761.618,17</b>
NIVEL 1: Obra			Importe
Obra	01	Presupuesto PFC	7.761.618,17
			EUR

Firmado

Roger Mont Arnal

Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos

## **ANEJO Nº1. TOPOGRAFÍA**

## Contenido

1.	Introducción .....	3
2.	Cartografía del Institut Cartogràfic de Catalunya. ....	3
2.1.	Escales disponibles .....	3
2.2.	Formatos disponibles .....	3
2.3.	Sistemas de referencia .....	3
2.4.	Sistema cartográfico de representación .....	4
2.5.	Contenido i fuentes de información de la serie 1:5.000 .....	4
2.5.1.	Altimetría.....	4
2.5.2.	Planimetría .....	4
2.5.3.	Toponimia.....	5
2.5.4.	Puntos de referencia .....	6
3.	Información utilizada .....	6



## **1. Introducción**

En el presente anejo se expone la metodología utilizada para la obtención del material cartográfico necesario para elaborar este proyecto.

Dada la no disponibilidad de recursos económicos para realizar un levantamiento topográfico propio, se han tomado los datos cartográficos ofrecidos por el Insitut Cartogràfic de Catalunya (ICC). Esta información está disponible en versión digital, para ser descargada en diferentes escalas y formatos.

## **2. Cartografía del Institut Cartogràfic de Catalunya.**

Los datos cartográficos del ICC son de libre acceso y descarga. Éstos pueden descargarse en diferentes escalas y formatos.

### **2.1. Escalas disponibles**

Las diferentes escalas de la información cartográfica son:1:1.000

- 1:5.000
- 1:10.000
- 1:25.000
- 1:50.000
- 1:250.000
- 1:500.000
- 1:1.000.000

Para este proyecto se ha utilizado la escala 1:5.000, que es la escala más precisa de la cual se dispone de todos los formatos necesarios para su posterior descarga y tratamiento.

### **2.2. Formatos disponibles**

Los datos pueden descargarse en los siguientes formatos:

- DXG (AutoCad i otras aplicaciones que trabajan con vectores).
- DGN (Microstation).
- Export (ArcInfo).
- SHP (ArcMap).
- MMZ (Miramon).
- KMZ (Google Earth).
- ASCII GRID de ESRI (formato en que se distribuyen los modelos digitales del terreno del ICC).

### **2.3. Sistemas de referencia**

El sistema geodésico de referencia utilizado por el ICC es el ETRS89 (European Terrestrial Reference System 1989). Este es el sistema utilizado desde 2007, que sustituye al antiguo ED50 (European Datum 1950).

Este cambio se realizó siguiendo el Real Decreto 1071/2007, de 27 de julio, por el que se regula el sistema geodésico de referencia oficial en España y se adopta el sistema ETRS89 (European

Terrestrial Reference System 1989) como nuevo sistema de referencia geodésico oficial en España.

El ETRS89 es el sistema de referencia usado en Europa, basado en el elipsoide GRS80 (Geodetic Reference System 1980), que afecta a la parte estable de la placa euroasiática.

Las coordenadas geodésicas son positivas al norte del Ecuador para la latitud y al este del meridiano de Greenwich para la longitud.

El sistema de referencia altimétrico es definido también por el Decreto 1071/2007 correspondiente a los registros del nivel medio del mar en Alicante.

## **2.4. Sistema cartográfico de representación**

El sistema de representación plana es la proyección conforme Universal Transversa de Mercator (UTM).

Esta proyección es coincidente con la establecida como reglamentaria por el Real Decreto 1071/2007, que para Cataluña es la proyección conforme ETRS-TM31.

El orden de las coordenadas es Easting (X), Northing (Y).

Dado que Catalunya está incluida en el huso 31, se puede garantizar la continuidad de la base sin pérdida de precisión.

## **2.5. Contenido i fuentes de información de la serie 1:5.000**

### **2.5.1. Altimetría**

El relieve es representado por curvas de nivel, cotas en sus puntos significativos, taludes y márgenes. Las curvas de nivel son calculadas automáticamente por interpolación sobre el modelo triangular de elevaciones del terreno generado a partir del conjunto de objetos que modelan el terreno, sean de la misma base o recogidos específicamente para este fin durante el proceso de restitución fotogramétrica.

La equidistancia entre curvas de nivel es de 5 metros, con curvas de nivel maestras etiquetadas cada 25m.

En zonas extremadamente planas se han generado curvas intercaladas cada 2,5m, para poder así apreciar mejor el esquema altimétrico.

Las curvas de nivel se han clasificado en función de la exactitud con que se han obtenido (se diferencian por ejemplo, en los tramos de curva de nivel interiores a zonas de bosque), y de si se han de representar o no.

### **2.5.2. Planimetría**

Los datos planimétricos recogidos en la base incluyen objetos referentes a la hidrografía, vías de comunicación, al poblado y a la cubierta del suelo y vegetación.

La hidrografía se diferencia, a grandes rasgos, entre la red hidrográfica lineal y las masas de agua, y entre la que es natural y la que es artificial. La red hidrográfica lineal quiere ser completa y conectada, pero esto no siempre es posible, principalmente debido al hecho de

que los datos se recogen mediante restitución fotogramétrica, sin incorporar trabajo de campo. En zonas de terreno con poca pendiente donde se encuentran grandes infraestructuras viarias o en zonas urbanas puede no haber sido posible localizar los tramos de conexión que, de acuerdo con el Diccionario de datos, permitirían garantizar la continuidad de los cursos fluviales, presentando entonces la red hidrográfica una discontinuidad. Un segundo caso de discontinuidad es la desconexión que se puede dar cuando parte de un curso fluvial coincide exactamente con un camino; el camino tiene prioridad sobre el curso fluvial, y por tanto en estos tramos la red hidrográfica también presenta una discontinuidad.

Dentro de las vías de comunicación se han incluido los viales revestidos y los no revestidos, las vías férreas de transporte por cable. La red viaria quiere ser completa y conectada dentro de los núcleos urbanos, si bien presenta alguna discontinuidad en el caso de los senderos, por el hecho que en el actual modelo de datos no existe el concepto de compartición. La desconexión se puede dar cuando un curso fluvial coincide exactamente con un sendero, ya que en este caso el curso fluvial tiene prioridad sobre el sendero y, por lo tanto, en estos tramos la red viaria presenta una discontinuidad.

A grandes rasgos, en el apartado de poblado e infraestructuras auxiliares se han recogido los elementos constructivos como edificaciones, campos de deporte, vallas, recintos y elementos urbanísticos auxiliares, así como las infraestructuras referidas a hidrografía y comunicaciones.

Hace falta mencionar que las edificaciones y otros elementos de construcción han quedado recogidos de manera diferente atendiendo a su procedencia. Si provienen de restitución fotogramétrica se han recogido por su límite visible construido, incluyendo las partes en voladizo. En el caso de aprovechamiento de cartografía de escalas mayores con revisión de campo, las partes en voladizo no quedan recogidas, ya que fueron eliminadas durante la incorporación de la revisión.

Otro aspecto a considerar es que si provienen de restitución fotogramétrica se capturan los vértices del límite visible construido para la cota más alta y no quedan reflejadas la cúpulas ni las estructuras piramidales; en el caso de aprovechamiento de cartografía bidimensional de escalas mayores se asigna una cota constante a todo el elemento, que coincide con la más representativa por ser de superficie mayor, o en el caso de superficies similares, la de mayor altura.

Finalmente, se ha recogido un conjunto reducido de cubiertas del suelo, que se concreta en los bosques, las zonas rocosas, humedales y las playas y arenales, además de ramblas inundables, parcelas rústicas aparentes y agrupaciones de árboles.

### **2.5.3. Toponimia**

La toponimia proviene del trabajo de campo llevado a cabo por ICC entre los años 1984 y 1995 y sus posteriores revisiones y actualizaciones. Está clasificada geográficamente a partir de una codificación que identifica los elementos geográficos designados.

La denominación de los municipios, de las entidades de población y otra toponimia mayor es la aprobada al Nomenclátor oficial de toponimia mayor de Cataluña (2003), y actualizaciones posteriores. Cada hoja contiene la toponimia clasificada según el fenómeno del mundo real

que denomina. En la base no hay relación entre el topónimo y la representación del fenómeno al que hace referencia. Hay topónimos que hacen referencia a fenómenos no representados de manera explícita en la base, como es el caso de parajes o sierras.

#### 2.5.4. Puntos de referencia

La BT-5M incluye una selección de los vértices geodésicos del Servei de Posicionament Geodèsic Integrat de Catalunya (SPGIC) como objeto de la base. Se presentan con las coordenadas redondeadas al centímetro y con una serie de atributos que los caracterizan.

### 3. Información utilizada

Como ya se ha comentado, para la elaboración de la cartografía de este proyecto se ha utilizado la serie 1:5.000.

El ICC divide el territorio catalán en hojas numeradas. Las hojas que han sido utilizadas en el presente proyecto son:

- 286-127
- 286-128
- 287-127
- 287-128

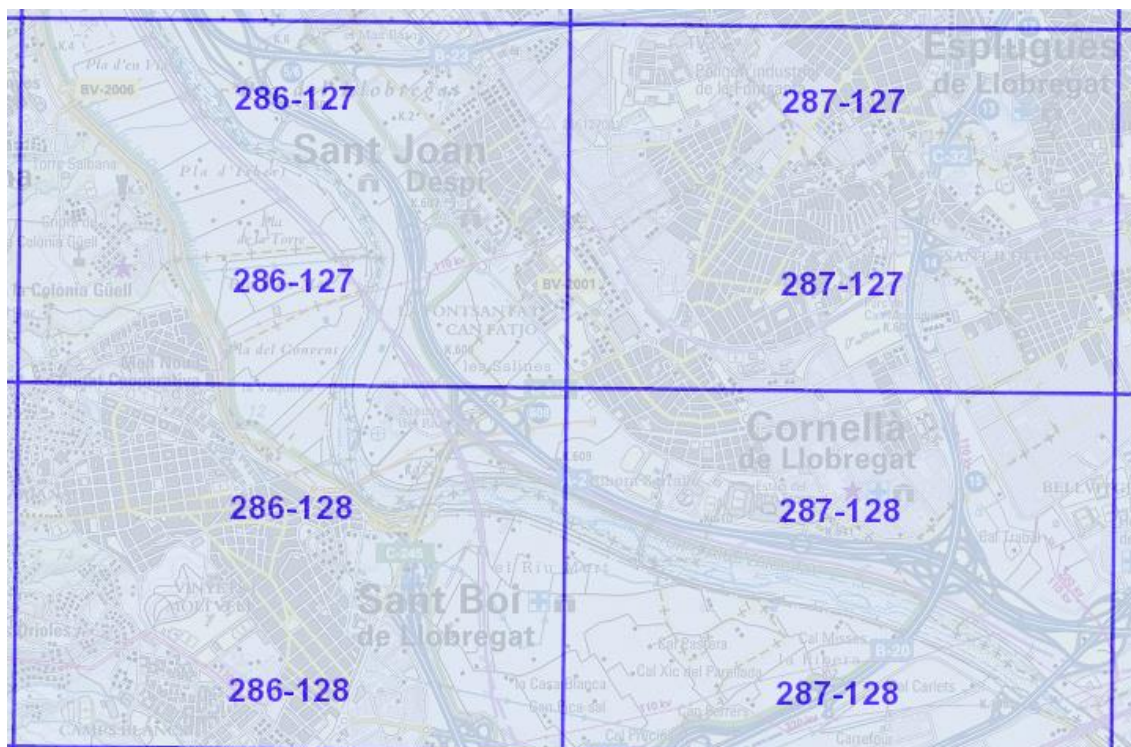


Figura 1. Mapa de hojas de descarga de cartografía 1:5.000 disponibles. Fuente: ICC



## **ANEJO Nº2. GEOLOGÍA**

## Contenido

1.	Introducción .....	3
2.	Información de referencia.....	3
3.	Contexto geológico general .....	4
4.	Estratigrafía .....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
5.	Litología .....	6
6.	Tectónica .....	8
7.	Cortes geológicos .....	9
8.	Hidrogeología .....	11
9.	Riscos geológicos.....	12
10.	Descripción geológica del trazado .....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>

## **1. Introducción**

El objetivo del presente anejo es el de situar este proyecto constructivo en su contexto geológico. Dicha información es de vital importancia para la caracterización de los materiales a utilizar, la solución adoptada y los métodos constructivos.

## **2. Información de referencia**

Para el desarrollo de este anejo se ha consultado la siguiente información de referencia:

- Mapa Geológico de España 1:200.000. Instituto Tecnológico Geominero de España (1996).
- Mapa Geológico de España 1:50.000. Instituto Tecnológico Geominero de España (1996).
- Mapa Geológico Comarcal de Catalunya 1:50.000. Cartografía Temática. Institut Geològic de Catalunya (2005).
- Mapa de grupos litológicos de Catalunya 1:250:000. Institut Geològic de Catalunya (2006).
- Mapa geológico de Catalunya 1:300.000. Institut Geològic de Catalunya (2011).
- Mapa de sismicidad de Catalunya 1:400.000. Institut Geològic de Catalunya (1977).
- Portal web de l'Institut Geològic de Catalunya.

### 3. Contexto geológico general

El proyecto se enmarca dentro de la cuenca del río Llobregat, lo que define su contexto geológico. El delta del Llobregat se desarrolla al pie de la vertiente mediterránea de la Cordillera Litoral Catalana, que forma parte de conjunto de orientación NE – SW conocido por el nombre de Catalánides. Este conjunto está constituido por grandes unidades morfoestructurales: la Cordillera Prelitoral y la Cordillera Litoral.

El conjunto de los materiales cuaternarios que integran las terrazas del valle, y los materiales del delta, han sido transportados por el río Llobregat y depositados en distintos ambientes que van del fluvial marino. Estos materiales se han depositado sobre una superficie de erosión desarrollada preferentemente sobre materiales miocenos.

El proyecto atraviesa gravas, arenas y limos de la plana aluvial i cantos y limos del fondo de valle.

A continuación se muestra el mapa geológico:

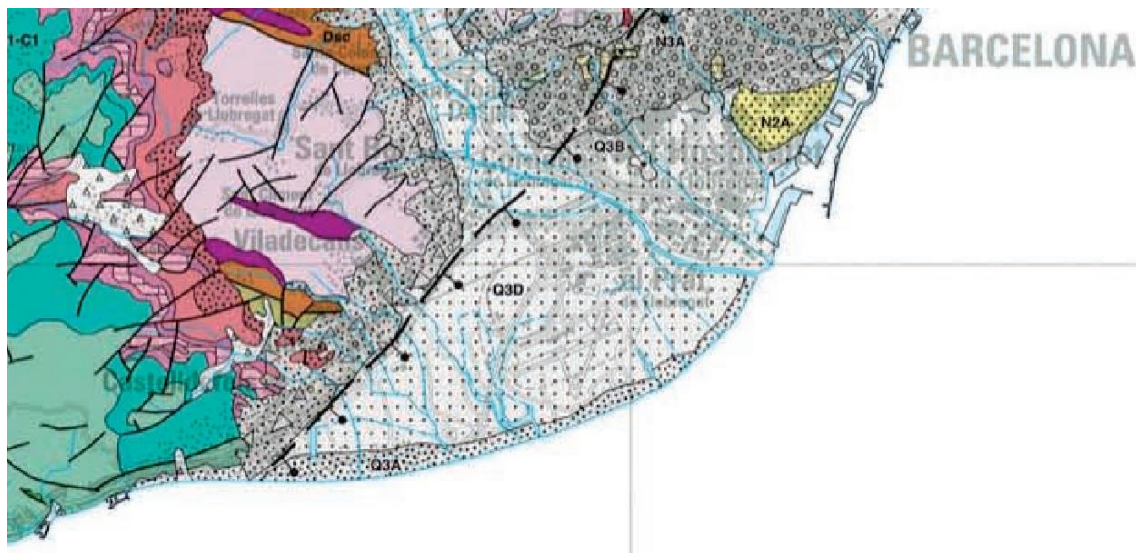
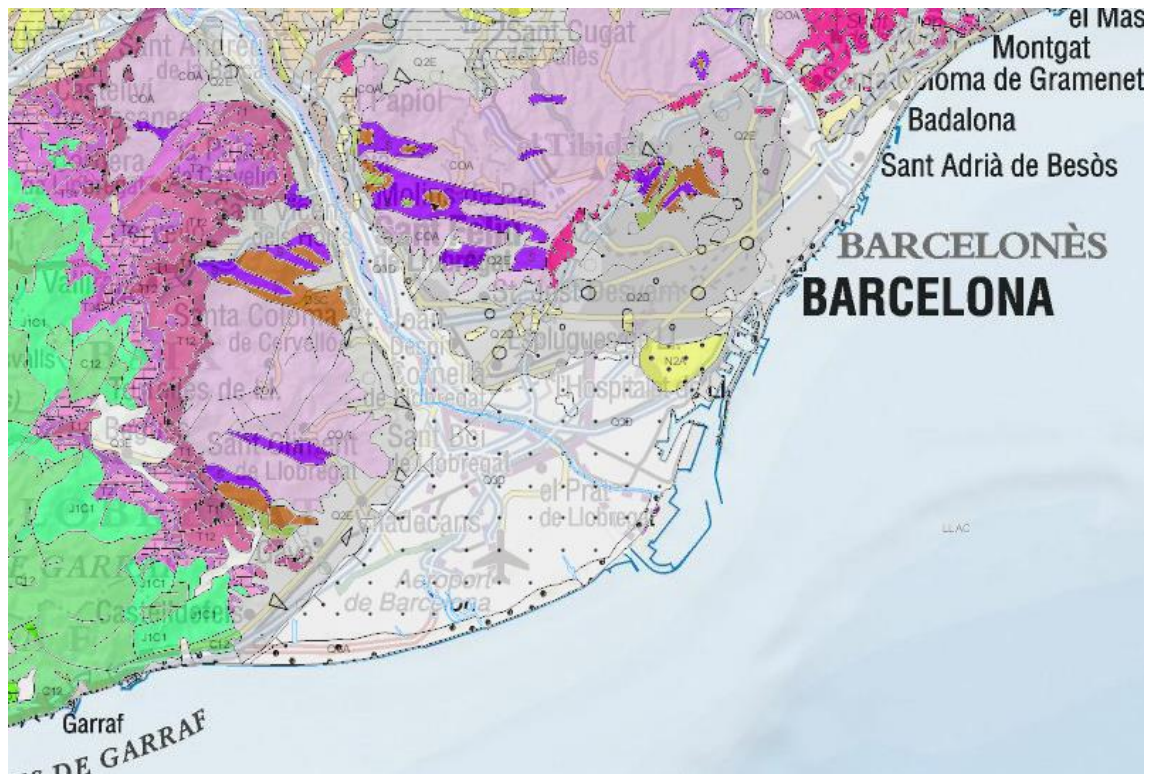


Figura 1. Contexto geológico. Fuente: Mapa Geológico de Catalunya.



## ANEJO Nº2 GEOLOGÍA



**Figura 2. Contexto geológico. Font: Mapa Geológico de Catalunya.**

- DhNc-Mx: Gravas y cantos rodados, arenas y lutitas.
- Dg-Mx: Conglomerados y brechas.
- Dh-Mx: Conglomerados, areniscas y lutitas.
- Dh-Q/Si: Areniscas, lutitas y conglomerados.



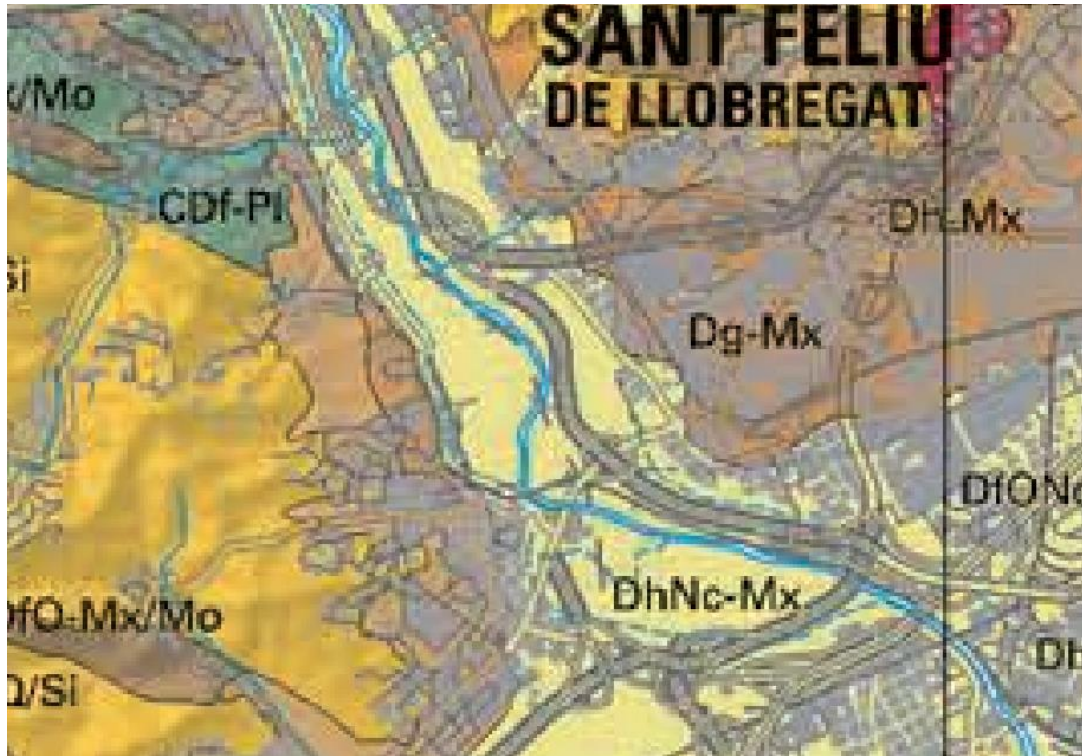


Figura 4. Mapa de las formaciones litológicas de la zona (ampliación). Fuente: Mapa de grupos litológicos de Catalunya.

## 5. Tectónica

En la zona del proyecto se distinguen tres grandes unidades morfotectónicas:

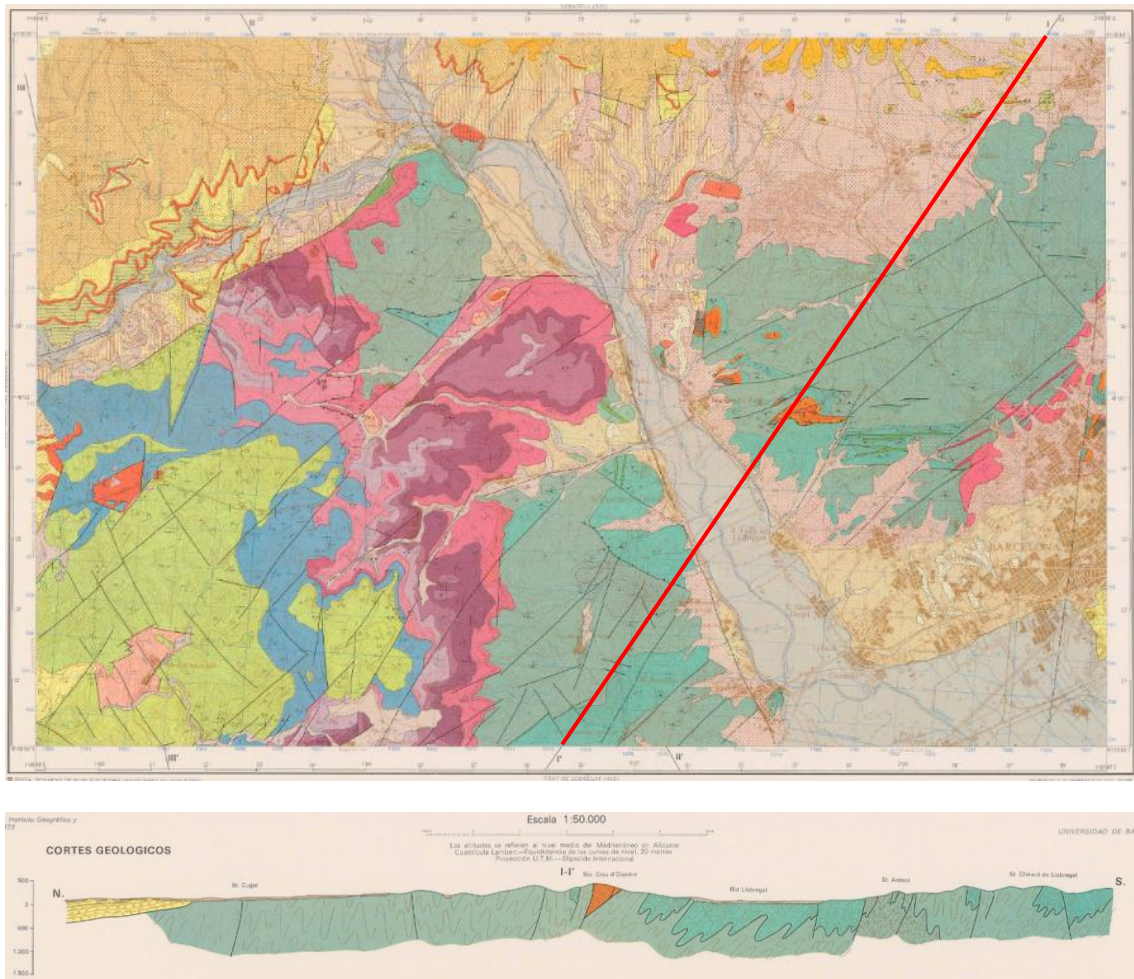
- Parte del macizo herciniano de los Catalánides, que forma la sierra de Collserola al Este, hundiéndose hacia el Oeste hasta desaparecer bajo la cobertura mesozoica.
- El macizo de Garraf, extendido al oeste del Llobregat y constituido, según se ha visto, por una orla paleozoica que constituye su basamento; un reborde triásico y una gran masa calcárea jurásico-cretácea. Ambas unidades son parte integrante de la Cordillera Costera Catalana, separadas por la falla del valle inferior del Llobregat, que corta transversalmente la cordillera y aparece rellena por sedimentos pliocenos y cuaternarios.
- La depresión del Vallés-Penedés, fosa tectónica de edad alpídica, en la que se han depositado sedimentos miocenos.

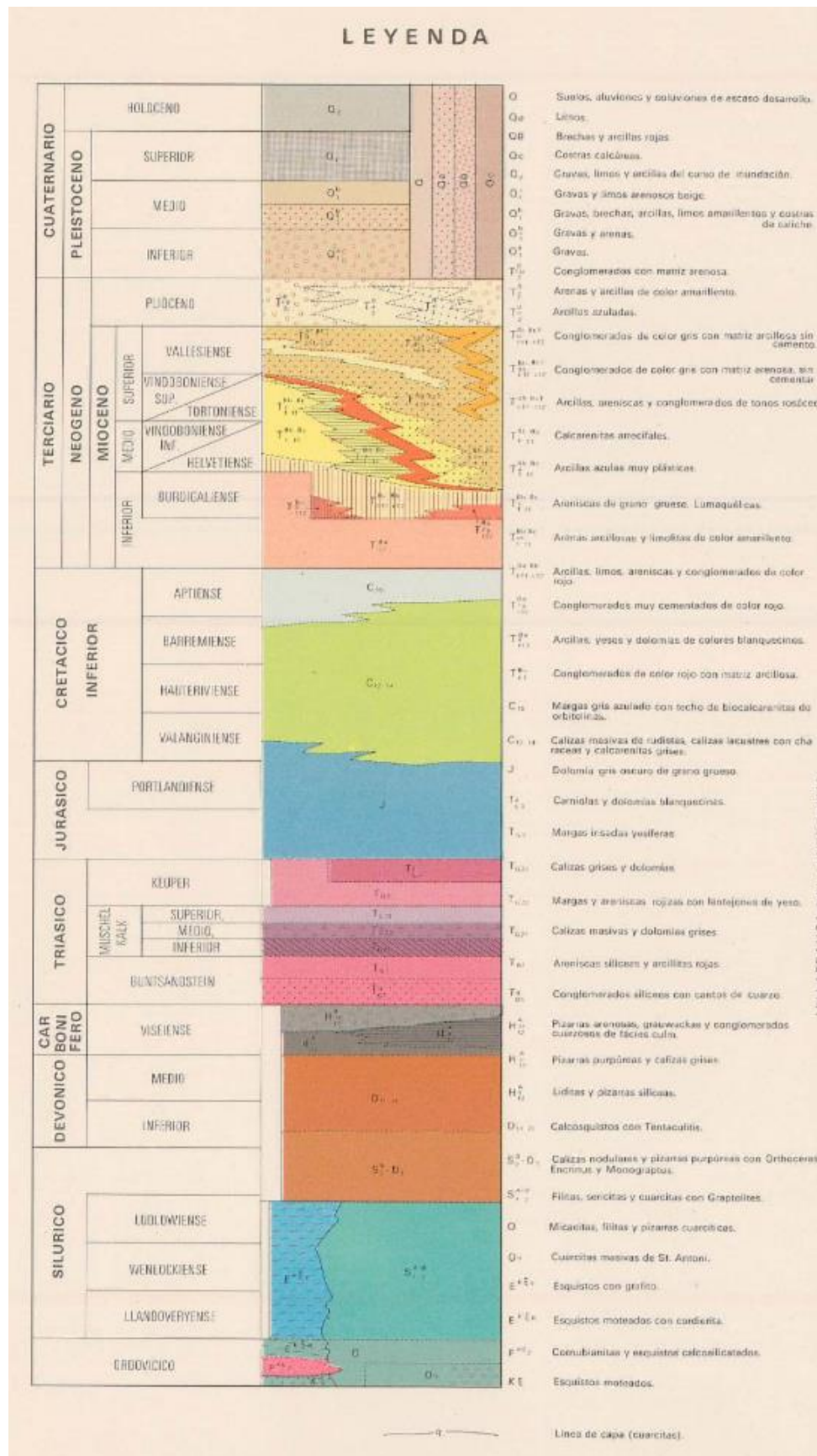
El zócalo paleozoico de los Catalánides está separado de la cobertura mesozoica por la discordancia pretriásica, que es un rasgo tectónico de primer orden en toda la Cordillera y sólo es visible al oeste del Llobregat, pues la erosión ha desmantelado toda la cobertura de Collserola que pudo existir. Ello ha sido favorecido por otro accidente importante: la falla o estrecha fosa transversal recorrida por el curso inferior del Llobregat y que separa los dos macizos de la Cordillera Costera Catalana, que ha elevado el bloque de Collserola respecto al de Garraf.



## 6. Cortes geológicos

Se ha tenido acceso a un corte geológico que atraviesa el Llobregat, como se muestra a continuación:





## **7. Hidrogeología**

El principal recurso hidrológico de la región se refiere al delta del Llobregat y cauce aluvial del mismo río, aguas debajo de Molins de Rey. En Cornellá existen los alumbramientos de aguas para el suministro, de todas formas insuficiente, a la ciudad de Barcelona, y numerosos pozos en distintos puntos del delta del Llobregat, que suministran agua a varias industrias. La hidrogeología del delta ha sido estudiada con todo rigor por R. LLAMAS y colaboradores de la Confederación Hidrográfica del Pirineo Oriental, en una voluminosa obra donde se encuentra una abundante información.

El contacto por falla entre la Cordillera Litoral y el Terciario de la Depresión del Vallés da lugar a numerosos alumbramientos de relativa importancia en Papiol, Martorell y Gelida.

En el macizo kárstico de Garraf la circulación es casi exclusivamente subterránea y los alumbramientos son raros, por la dificultad que entraña la localización de los puntos de almacenamiento.

Los terrenos terciarios son pobres en niveles acuíferos, a causa de la elevada proporción arcillosa de sus capas y consiguiente falta de permeabilidad.

## 8. Riscos geològics

### Riesgos sísmicos

En áreas con una actividad sísmica moderada, como Cataluña, donde no es siempre posible identificar los epicentros de los terremotos con fallas conocidas, es más práctico introducir el concepto de zona sismotectónica que hablar de fallas activas. La hipótesis básica es considerar que la heterogeneidad de la corteza terrestre puede explicar la distribución de la sismicidad.

La zona tectónica es el primer paso para una zona sismotectónica. Esta zonificación ha tenido en cuenta los parámetros geológicos más representativos de la corteza terrestre, principalmente aquellos que provienen de la propia estructura geológica sin tener en cuenta la neotectónica (post-mioceno).

Las variaciones de diferentes parámetros geológicos seleccionados permiten una primera definición de zonas tectónicas homogéneas. Los parámetros geológicos y geofísicos seleccionados son los siguientes:

- Discontinuidad de Mohorovicic o espesor de la corteza.
- Deformación hercínica, grado de deformación moderada de la serie sedimentaria paleozoica dominio frágil con cabalgamientos y dominio dúctil con desarrollo de esquistosidad.
- Isobatas del basamento o fondo a la que se encuentra el techo del basamento.
- Estado de la deformación de la cobertura sedimentaria meso-cenozoica, como indicador de la deformación alpina.
- Tectónica neógena, como indicador de los procesos extensiones cenozoicas.
- Distribución de niveles evaporíticos, como niveles preferentes de deslizamiento.

La siguiente figura muestra la zonificación tectónica de Cataluña.

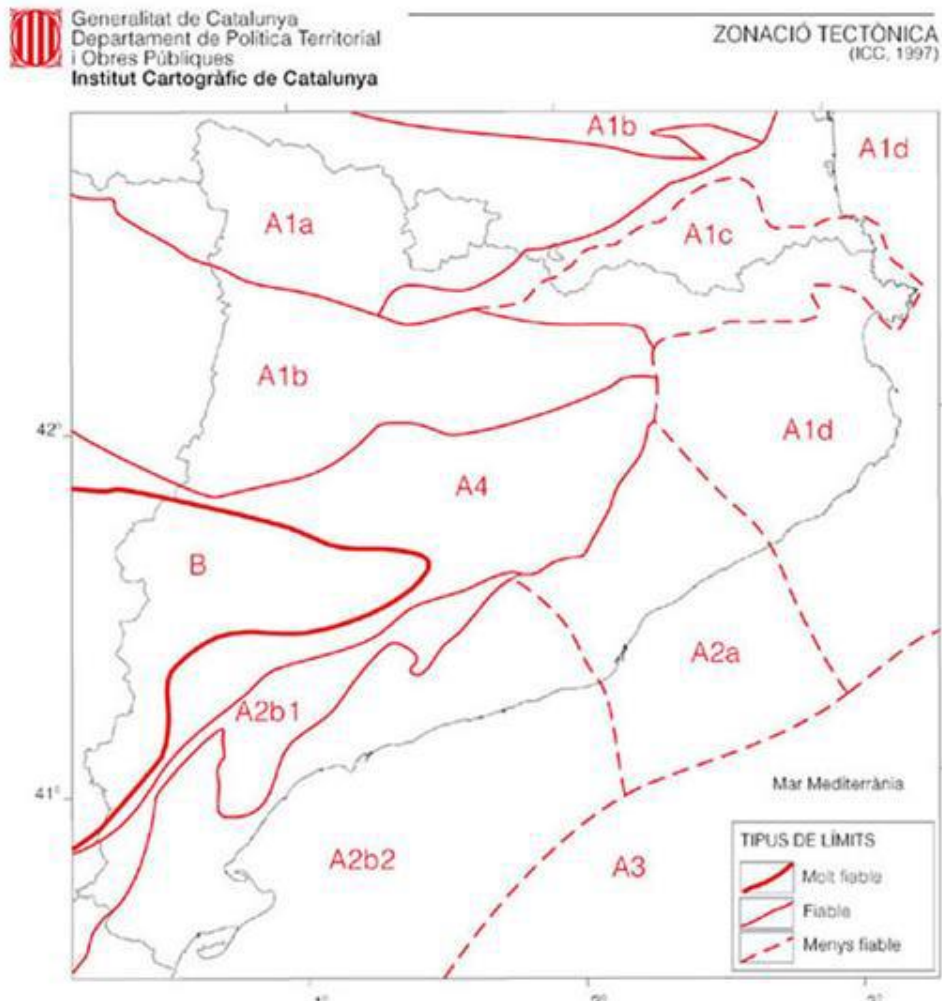
DOMINI DEFORMAT <b>A</b>	PIRENEUS <b>A1</b>	ZONA AXIAL CENTRAL <b>A1a</b>	Escorça engruïda (>35 Km) Sòcol deformat	
		ZONA AXIAL EXTERNA <b>A1b</b>	Sòcol profund (>3 Km) Cobertura deformada i desplaçada	
		ZONA AXIAL ORIENTAL <b>A1c</b>	Sòcol aflorant Tectònica neògena distensiva	
		CONQUES ORIENTALS <b>A1d</b>	Conques neògenes Sostre dels sòcols superficial	
	SERRALADES COSTANERES CATALANES (SISTEMA MEDITERRANI) <b>A2</b>	SERRALADA IBÈRICA SEPTENTRIONAL <b>A2a</b>	Sòcol hercinià deformat Estructuració neògena distensiva	
		SERRALADA IBÈRICA MERIDIONAL <b>A2b</b>	OCCIDENTAL <b>A2b1</b>	Cobertura sedimentària deformada i desplaçada
			ORIENTAL <b>A2b2</b>	Cobertura sedimentària deformada i desplaçada Tectònica neògena distensiva
	CONCA CATALANO BALEAR <b>A3</b>	Escorça aprimada (<20 Km)		
	CONCA DE L'EBRE <b>A4</b>	DEFORMADA	Cobertura sedimentària deformada i desplaçada Espessor normal de l'escorça	
	CONCA DE L'EBRE	CONCA D'AVANTPAÍS NO DEFORMADA	Espessor de l'escorça normal Cobertura sedimentària no deformada	

(ICC, 1997)



**Figura 5. Definición de las zonas tectónicas. Fuente: IGC.**

La siguiente figura muestra el mapa de zonificación.



**Figura 6. Mapa tectónico de Cataluña. Fuente: IGC.**

El presente proyecto comprende las zonas A2a y A2b2.

Para obtener la zonación sismotectónica, se ha incorporado la distribución sísmica a la zonación tectónica añadiendo nuevas zonas o modificando los límites teniendo en cuenta la distribución de la sismicidad no explicable por parámetros puramente geológicos.

En la figura siguiente se muestran los epicentros de los terremotos considerados en la evaluación de la peligrosidad sísmica en Cataluña juntamente con las zonas sismotectónicas definidas.

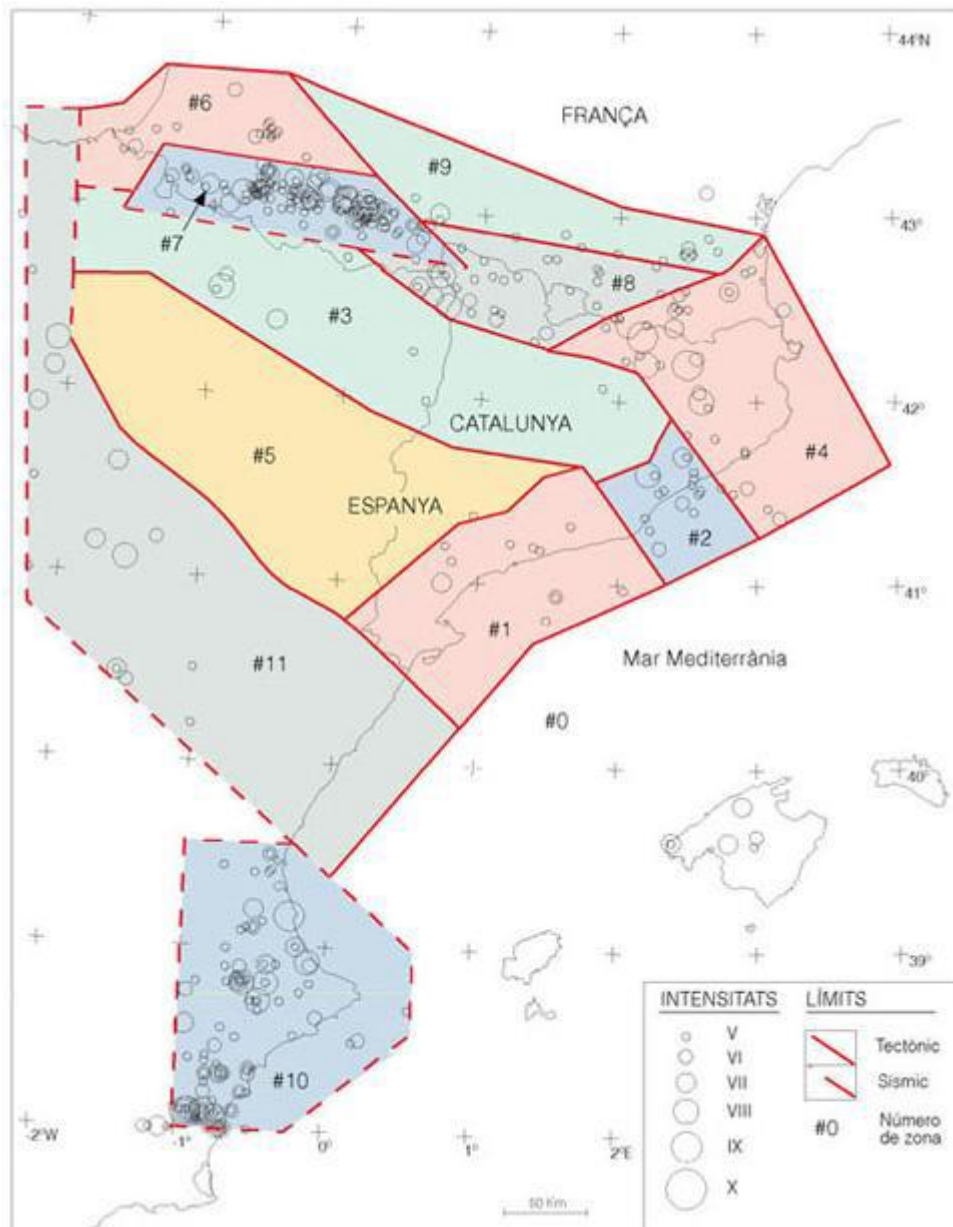


Figura 7. Mapa de zonas sismotectónicas de Cataluña. Fuente: IGC.

## Expansividad

Dada la presencia de conglomerados, greses, lutitas y turbas, se considera mencionar el riesgo de expansividad de estos materiales en presencia de medio acuático.

No obstante, la cota del trazado ferroviario se sitúa en el peor de los casos a escasos metros por encima la capa freática, por lo que estos riesgos son sensiblemente menores.

### **ANEJO Nº3. CLIMATOLOGIA**

## Contenido

1.	Información consultada .....	3
2.	Resumen climático .....	3
3.	Variaciones mensuales.....	3
3.1.	Temperatura.....	3
3.2.	Precipitaciones .....	4
3.3.	Heladas .....	5
3.4.	Humedad relativa .....	5
4.	Índices de clasificación .....	6
4.1.	Índice de aridez de Martonne .....	6
4.2.	Índex termopluviométrico de Dantin-Revenga.....	7
4.3.	Índice de lluviosidad de Lang .....	8
5.	Estudio de días hábiles de trabajo .....	8
5.1.	Coeficientes de reducción .....	9
5.1.1.	Coeficiente de reducción per heladas.....	9
5.1.2.	Coeficiente de reducción por temperatura límite de riegos, tratamientos superficiales o per penetración.....	9
5.1.3.	Coeficiente de reducción per temperatura límite de mezclas bituminosas .....	9
5.1.4.	Coeficiente de reducción por lluvia límite general de trabajos .....	10
5.1.5.	Coeficiente de reducción por lluvia límite parcial de trabajos.....	10
5.2.	Coeficientes de reducción para cada unidad de obra.....	10
5.2.1.	Hormigones hidráulicos.....	10
5.2.2.	Explanaciones .....	10
5.2.3.	Producción de áridos.....	10
5.2.4.	Riegos y tratamientos superficiales y por penetración.....	10
5.2.5.	Mezclas bituminosas .....	10
5.3.	Días hábiles para cada mes .....	10
6.	Conclusión .....	12

## 1. Información consultada

- Portal web del Servei Meteorològic de Catalunya (MeteoCat).
- Anuario de datos meteorológicos, series 2001-2014, Servei Meteorològic de Catalunya (MeteoCat).
- Isolinas de coeficientes de reducción de los días de trabajo, Ministerio de Obras Públicas, Dirección General de Carreteras, 1961.

## 2. Resumen climático

Podemos encontrar diferentes características climáticas en la comarca del Baix Llobregat: en la zona costera destaca un clima Mediterráneo Litoral Norte; en el interior un clima Mediterráneo Prelitoral Central y en la zona del Parque del Garraf un clima Mediterráneo Litoral Sud. La precipitación total anual es escasa con una distribución de la precipitación bastante regular a lo largo del año, los valores máximos se registran en el otoño y destaca Julio como mes más seco. El régimen térmico en verano es caluroso y en invierno moderado, con una amplitud térmica anual moderada a la costa y elevada en el interior. El período libre de heladas comprende los meses de Abril a Octubre.

## 3. Variaciones mensuales

Analizando las memorias anuales (2001-2014) de los datos meteorológicos tomados en la estación del Aeropuerto de Barcelona (estación más cercana a la zona de estudio), se pueden extraer diferentes conclusiones, mostradas en las siguientes figuras, en las que se han recogido datos referentes a diferentes magnitudes.

### 3.1. Temperatura

Se observa que la temperatura mediana anual oscila entre los 9 y los 25 °C. De este modo se constata que la amplitud térmica mediana mensual es moderada. Por otra parte, las temperaturas máximas y mínimas corresponden con un clima mediterráneo temperado, con mínimas anuales positivas y máximas por debajo de los 30°C.

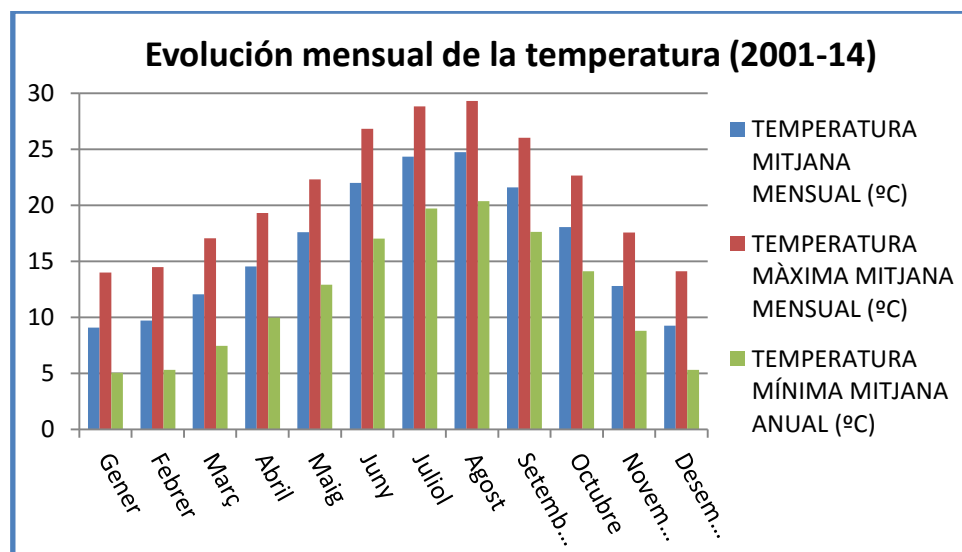


Figura 1. Evolución mensual de la temperatura. Fuente: elaboración propia a partir de los datos de MeteoCat.



### 3.2. Precipitaciones

En cuanto a precipitaciones, los meses más lluviosos corresponden a los meses de Octubre, Mayo, Abril, Marzo y Septiembre. No obstante, el mes con mayor precipitación, octubre, no supera los 100mm. Puede concluirse, en consecuencia, que el nivel de precipitaciones es moderado-bajo.

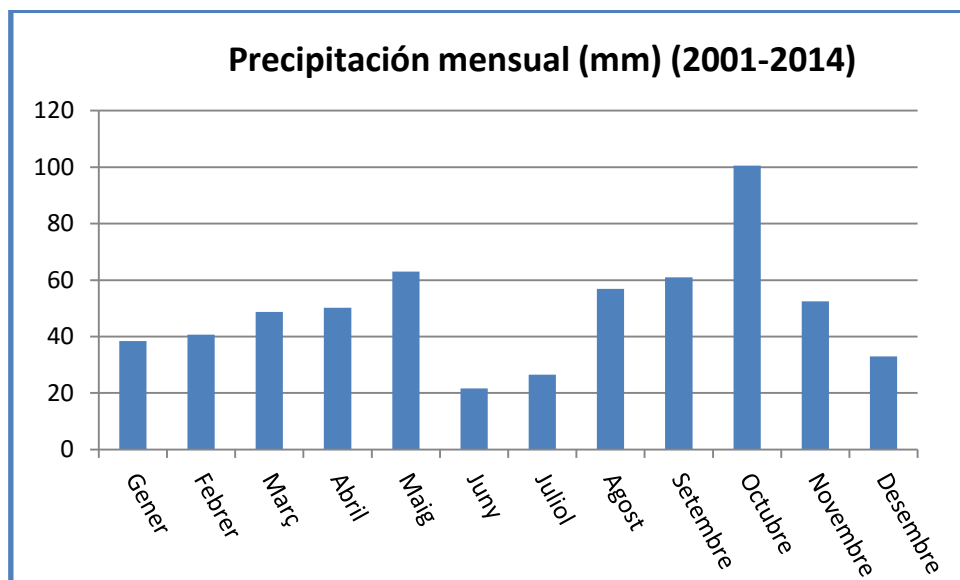


Figura 2. Precipitación mensual media. Fuente: elaboración propia a partir de los datos de MeteoCat.

En cuanto a las rachas de mayor precipitación, en Mayo y Octubre llegan a caer más de 100mm en 24h. Estas magnitudes de precipitación son susceptibles de crear inundaciones importantes, por lo que se deberá tener en cuenta.

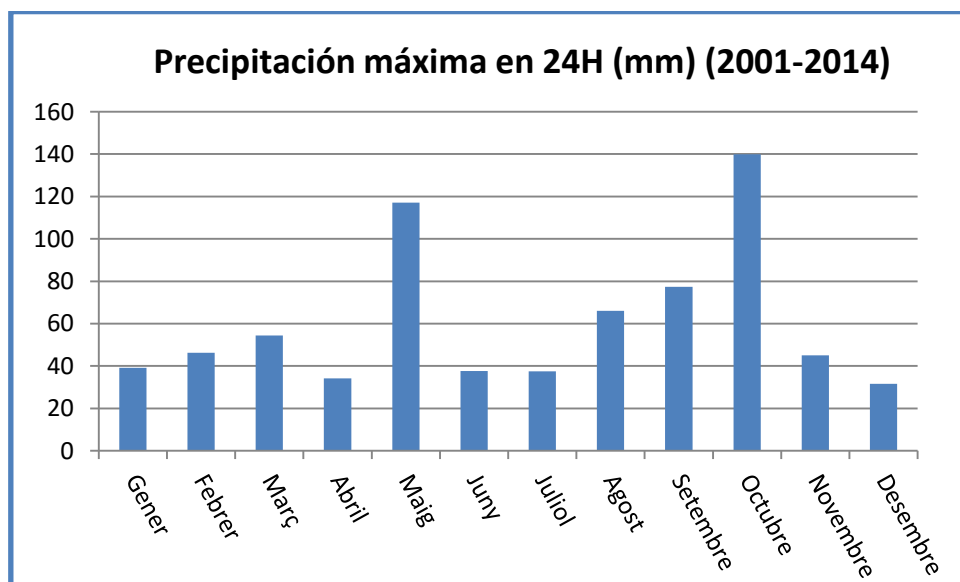


Figura 3. Precipitación máxima en 24 h consecutivas. Fuente: elaboración propia a partir de los datos de MeteoCat.

El cómputo global de días con precipitación mayor a 0,1mm asciende hasta 11 en el mes de abril. De este modo, se confirma que durante este mes las precipitaciones se producen en apenas un tercio de los días disponibles.

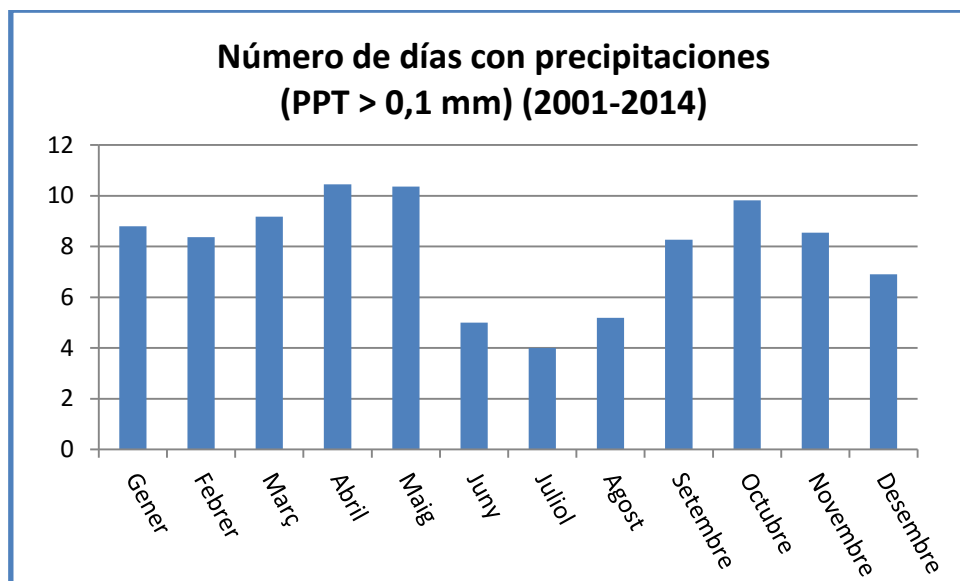


Figura 5. Número medio de días con precipitaciones. Fuente: elaboración propia a partir de los datos de MeteoCat.

### 3.3. Heladas

Por lo que respecta al número medio de días con helada, durante los años 2001-2014 el mes que registra un mayor número de días de helada en promedio es febrero, con 1,25. Esto es debido a la gran proximidad de la costa, que suaviza el clima e impide la formación de este fenómeno.

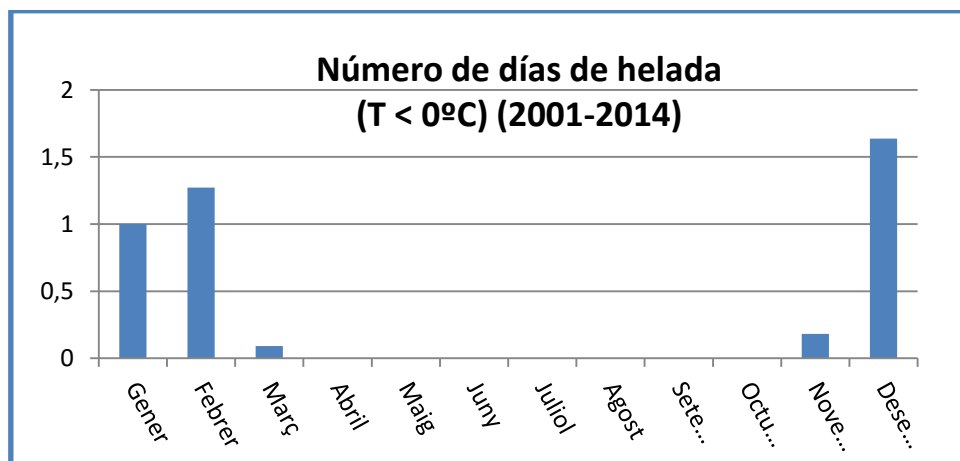


Figura 6. Número medio de días de helada. Fuente: elaboración propia a partir de los datos de MeteoCat.

### 3.4. Humedad relativa

Por lo que respecta a humedad relativa media, la proximidad del mar Mediterráneo provoca unos niveles elevados, que oscilan entre el 65 y el 80%.

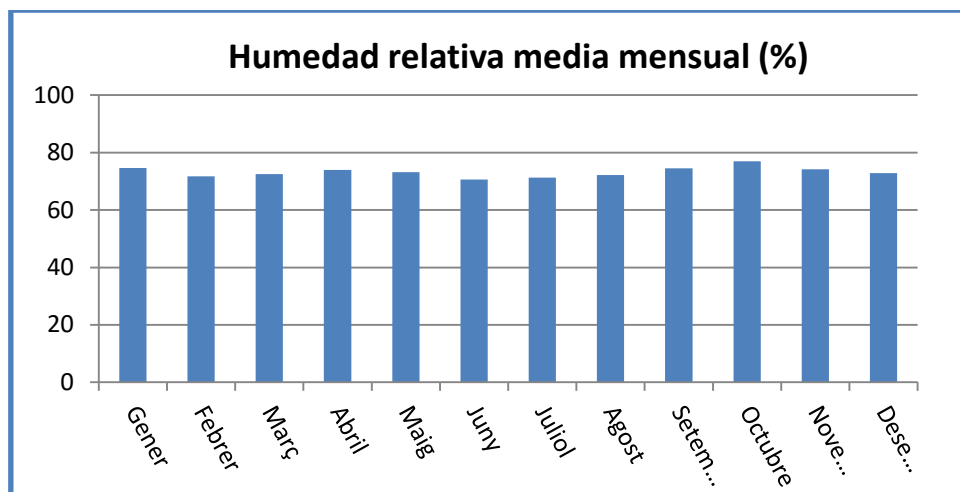


Figura 7. Humedad relativa media mensual. Fuente: elaboración propia a partir de los datos de MeteoCat.

## 4. Índices de clasificación

Los siguientes índices permitirán clasificar la climatología de Sitges por métodos homogéneos, para así poder comparar el clima de este municipio con el de otros municipios de características similares.

### 4.1. Índice de aridez de Martonne

El índice de aridez de Martonne ha sido ampliamente utilizado y resulta sencillo de calcular, ya que su expresión es:

$$I = \frac{P}{T + 10}$$

Donde:

P = Precipitación anual (mm)

T= Temperatura media anual (°C)

Con los datos obtenidos del Servei de Meteorologia de Catalunya, correspondientes a la serie 2001-2014, podemos calcular este índice para el municipio de Viladecans (aplicable a la zona del proyecto). Debido a la ausencia de datos de los años 2004, 2005 y 2006 se ha realizado una interpolación lineal para su estimación.

Año	P	T
2001	512.8	16.3
2002	833.8	16.1
2003	518.1	16.6
2004	534.7	16.5
2005	551.2	16.4
2006	567.8	16.3
2007	584.4	16.2
2008	603.1	16.2

2009	505.5	16.5
2010	690.5	15.6
2011	692.4	16.7
2012	435.6	16.3
2013	581.6	16.2
2014	555.3	16.9

Tabla 1. Datos de precipitación y temperatura de la estación de Viladecans.

Fuente: Servei Meteorològic de Catalunya

El índice de Martonne clasifica los climas según la tabla siguiente:

Índice	Clasificación
>60	Per-húmedo
60-30	Húmedo
30-20	Sub-húmedo
20-15	Semiárido (Mediterráneo)
15-5	Estepario
5-0	Extremo (desierto)

Tabla 2. Clasificación climática según el índice de Martonne

De este modo, el índice toma un valor de 22, y el clima es considerado como Sub-húmedo.

#### 4.2. Índice termopluviométrico de Dantin-Revenga

Este índice clasifica un clima en húmedo, semiárido, árido o subdesértico en función de su precipitación y de su temperatura media anual. Su expresión es la siguiente:

$$I = \frac{100 \cdot T}{P}$$

Donde:

P = Precipitación anual (mm)

T = Temperatura media anual (°C)

El índice de Dantin-Revenga clasifica los climas según la siguiente tabla:

Índice	Clasificación
0-2	Húmedo
2-3	Semiárido
3-6	Árido

>6	Subdesértico
----	--------------

Tabla 3. Clasificación climática según el índice de Dantin-Revenge

Teniendo en cuenta los datos de temperatura y precipitaciones, el valor del índice es de 2,87, y el clima es semiárido.

### 4.3. Índice de Lluviosidad de Lang

Dicho índice también permite efectuar una clasificación del clima de una determinada región geográfica en función de su precipitación y temperatura media anual. De este modo, el índice se calcula como sigue:

$$I = \frac{P}{T}$$

Donde:

P = Precipitación anual (mm)

T = Temperatura media anual (°C)

El índice de Lang clasifica los climas según la siguiente tabla:

Índex	Classificació
0-20	Per-àrid (desèrtic)
20-40	Àrid
40-60	Semiàrid
60-100	Subhumit
100-160	Humit
>160	Per-humit

Tabla 4. Clasificación climática según el índice de Lang.

Teniendo en cuenta los datos disponibles, el valor del índice es de 35,7, y el clima es árido.

## 5. Estudio de días hábiles de trabajo

En el presente apartado se lleva a cabo una estimación del número de días aprovechables de cada mes para la ejecución de las unidades de obra de mayor relevancia. Este análisis se basa en los datos climáticos presentados anteriormente.

Se observa que el objetivo de este estudio es el de proporcionar un orden de magnitud, ya que en la práctica, durante la ejecución de las obras, las condiciones climáticas pueden resultar cambiantes e impredecibles.



Este análisis permitirá realizar con mayor precisión el plan de obra.

## Definiciones

A continuación se presentan distintas definiciones de importancia para la presentación del estudio:

- Día laborable: aquel en el que la precipitación y la temperatura se encuentran dentro de unos límites determinados. El resto de días no se considerarán como laborables y por lo tanto no se tendrán en cuenta en el cómputo de días disponibles para la ejecución de las unidades de obra.
- Temperatura ambiental límite para la manipulación de materiales húmedos: 0°C.
- Temperatura ambiental límite para la ejecución de riegos, tratamientos superficiales o por penetración: 10°C.
- Temperatura ambiental límite para la ejecución de mezclas bituminosas: 5°C.
- Precipitación límite para trabajar con ciertas unidades de obra, sensibles a una pequeña cantidad de lluvia: 1mm diario.
- Precipitación límite para el resto de los trabajos: 10mm diarios. Se entiende que con una precipitación diaria mayor de 10 mm no se puede realizar ningún trabajo sin protecciones especiales.

### 5.1. Coeficientes de reducción

Para la estimación del número de días aprovechables para la ejecución de las distintas unidades de obra se establecen unos coeficientes de reducción que se aplican al número de días laborables de cada mes, según *Isolíneas de coeficientes de reducción de los días de trabajo*. Son los siguientes:

#### 5.1.1. Coeficiente de reducción per heladas

Este coeficiente tiene en cuenta la reducción de días laborables producida por la existencia de días con temperatura menor a 0°C. Dicho coeficiente se define como:

$$C_1 = \frac{\text{Número de días del mes con temperatura mínima} > 0^{\circ}\text{C}}{\text{Número de días del mes}}$$

#### 5.1.2. Coeficiente de reducción por temperatura límite de riegos, tratamientos superficiales o per penetración

Este coeficiente tiene en cuenta la reducción de días laborables producida por la existencia de días con temperatura menor a 10°C. Se calcula como:

$$C_2 = \frac{\text{Número de días del mes con temperatura a las 9AM} \geq 10^{\circ}\text{C}}{\text{Número de días del mes}}$$

#### 5.1.3. Coeficiente de reducción per temperatura límite de mezclas bituminosas

Este coeficiente tiene en cuenta la reducción de días laborables producida por la existencia de días con temperatura inferior a 5°C. Se calcula como:

$$C_3 = \frac{\text{Número de días del mes con temperatura a las 9AM} \geq 5^{\circ}\text{C}}{\text{Número de días del mes}}$$

#### 5.1.4. Coeficiente de reducción por lluvia límite general de trabajos

Este coeficiente tiene en cuenta la reducción de días laborables producida por la existencia de días con precipitaciones superiores a los 10mm diarios.

$$C_4 = \frac{\text{Número de días del mes con precipitación} < 10\text{mm}}{\text{Número de días del mes}}$$

#### 5.1.5. Coeficiente de reducción por lluvia límite parcial de trabajos

Este coeficiente tiene en cuenta la reducción de días laborables producida por la existencia de días con precipitaciones superiores a 1mm diario.

$$C_5 = \frac{\text{Número de días del mes con precipitación} < 1\text{mm}}{\text{Número de días del mes}}$$

### 5.2. Coeficientes de reducción para cada unidad de obra

Dado que cada unidad de obra posee unas características de ejecución distintas, los coeficientes afectan a cada unidad de forma diferente.

#### 5.2.1. Hormigones hidráulicos

El coeficiente de reducción de los días laborables para hormigones hidráulicos se calcula como sigue:

$$C_H = C_1 \cdot C_4$$

#### 5.2.2. Explanaciones

El coeficiente de reducción de los días laborables para explanaciones se calcula como sigue:

$$C_E = C_1 \cdot \frac{C_4 + C_5}{2}$$

#### 5.2.3. Producción de áridos

El coeficiente de reducción de los días laborables para producción de áridos se calcula como sigue:

$$C_A = C_4$$

#### 5.2.4. Riegos y tratamientos superficiales y por penetración

El coeficiente de reducción de los días laborables para riegos y tratamientos superficiales y por penetración se calcula como sigue:

$$C_R = C_2 \cdot C_5$$

#### 5.2.5. Mezclas bituminosas

El coeficiente de reducción de los días laborables mezclas bituminosas se calcula como sigue:

$$C_{MB} = C_3 \cdot C_5$$

### 5.3. Días hábiles para cada mes

Para este cálculo se han tenido en cuenta los datos tomados del Servei Meteorològic de Catalunya y los mapas de isolíneas de la Dirección General de Carreteras del Ministerio de Obras Públicas.

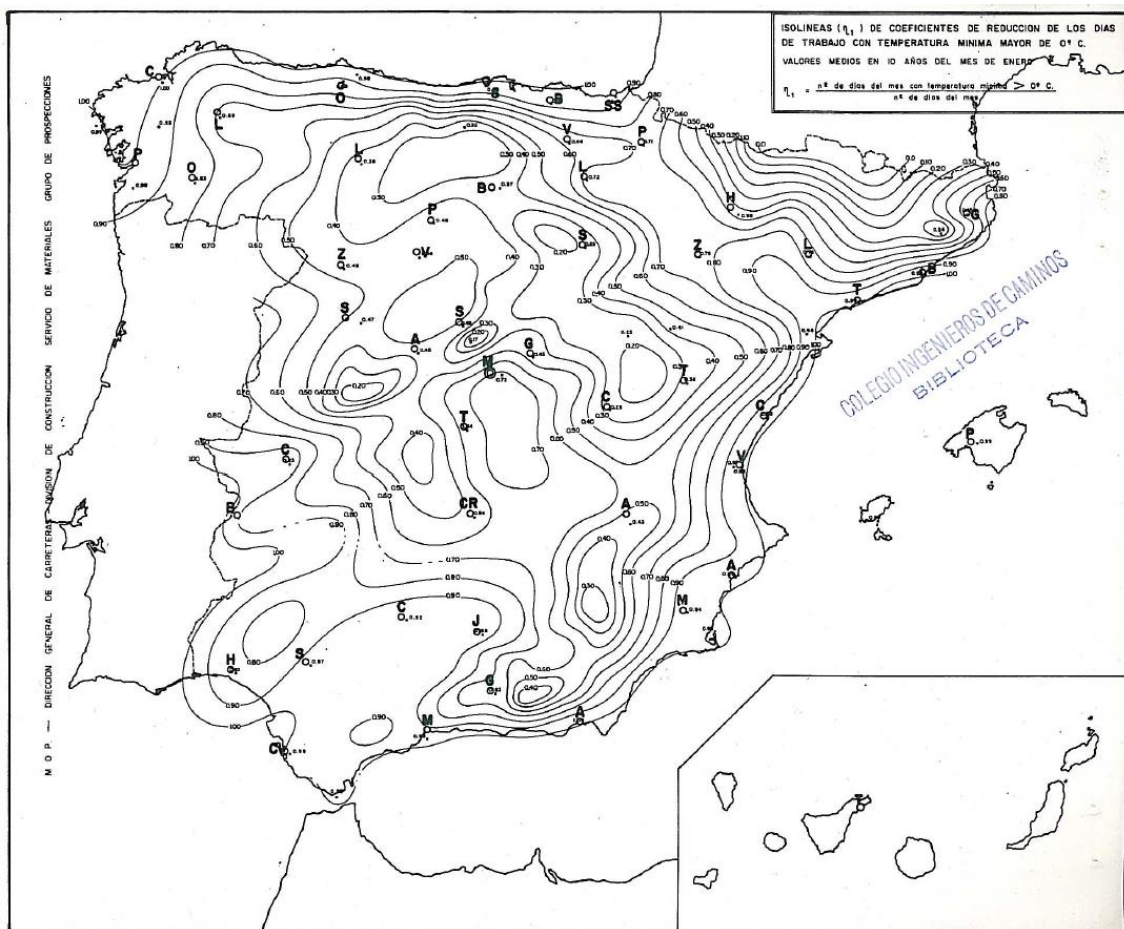


Figura 1. Ejemplo de mapa de isoclasas de coeficientes de reducción de los días de trabajo. Fuente: Ministerio de OOPP, Dirección General de Carreteras.

Los coeficientes hallados son los siguientes:

	GENER	FEBRER	MARÇ	ABRIL	MAIG	JUNY	JULIOL	AGOST	SETEMBRE	OCTUBRE	NOVEMBRE	DESEMBRE
C1	0,96	0,93	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
C2	0,20	0,21	0,51	0,79	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,59	0,30
C3	0,71	0,82	0,93	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,96	0,86
C4	0,96	0,94	0,92	0,95	0,93	0,94	0,96	0,97	0,91	0,89	0,94	0,94
C5	0,88	0,84	0,82	0,82	0,83	0,84	0,92	0,87	0,83	0,77	0,82	0,83

Tabla 5. Coeficientes de reducción de días de trabajo para cada mes. Fuente: elaboración propia a partir de datos de la DGC

De este modo, los coeficientes de reducción para cada unidad de obra son:

	GENER	FEBRER	MARÇ	ABRIL	MAIG	JUNY	JULIOL	AGOST	SETEMBRE	OCTUBRE	NOVEMBRE	DESEMBRE
HORMIGONES HIDRÁULICOS	0,92	0,87	0,92	0,95	0,93	0,94	0,96	0,97	0,91	0,89	0,94	0,94
EXPLANACIONES	0,88	0,83	0,87	0,89	0,88	0,89	0,94	0,92	0,87	0,83	0,88	0,89
PRODUCCIÓN DE ÁRIDOS	0,96	0,94	0,92	0,95	0,93	0,94	0,96	0,97	0,91	0,89	0,94	0,94
RIEGOS I TRACT. SUPERF. I POR PENETR.	0,18	0,18	0,42	0,65	0,83	0,84	0,92	0,87	0,83	0,77	0,49	0,25
MEZCLAS BITUMINOSAS	0,62	0,69	0,76	0,82	0,83	0,84	0,92	0,87	0,83	0,77	0,79	0,71

Tabla 6. Coeficientes de reducción de días de trabajo para cada mes y unidad de obra. Fuente: elaboración propia

Por lo tanto, el número de días hábiles en cada mes para cada unidad de obra son los siguientes:

	GENER	FEBRER	MARÇ	ABRIL	MAIG	JUNY	JULIOL	AGOST	SETEMBRE	OCTUBRE	NOVEMBRE	DESEMBRE
HORMIGONES HIDRÁULICOS	28	24	28	28	28	28	29	30	27	27	28	29
EXPLANACIONES	27	23	26	26	27	26	29	28	26	25	26	27
PRODUCCIÓN DE ÁRIDOS	29	26	28	28	28	28	29	30	27	27	28	29
RIEGOS I TRACT. SUPERF. I POR PENETR.	5	5	13	19	25	25	28	26	24	23	14	7
MEZCLAS BITUMINOSAS	19	19	23	24	25	28	28	26	24	23	23	22

Taula 7. Días hábiles para cada unidad de obra y mes. Fuente: elaboración propia

## 6. Conclusión

En resumen, se concluye que la climatología es la propia de un clima mediterráneo, lo que le confiere un clima templado, con escasez de heladas, poco lluvioso y relativamente húmedo. Estas características prácticamente no suponen riesgos relevantes para el desarrollo normal del proceso constructivo, salvo la consideración de la evolución climática anual para la ejecución de las diferentes unidades de obra.

## **ANEJO Nº4. HIDROLOGÍA I DRENAJE**



## Contenido

1.	Introducción .....	3
2.	Información consultada .....	3
3.	Red hidrográfica .....	4
4.	Riesgos hidrológicos. Inundaciones .....	5
5.	Drenaje .....	6
5.1.	Drenaje longitudinal.....	6
	Conductividad hidráulica.....	6
	Gradiente hidráulico.....	6
	Superficie de filtración .....	6
	Caudal final de diseño .....	6
5.2.	Drenaje transversal .....	6
5.3.	Resumen de las obras de drenaje .....	6

## **1. Introducción**

El presente anejo recoge la información referente a las características hidrológicas de la zona del proyecto. De este modo, se pretende situar la obra en su contexto hidrológico, con el objetivo de que el nuevo trazado ferroviario no interfiera en ningún curso fluvial relevante y, en caso de producirse una interrupción, estudiar las medidas necesarias para paliar su efecto.

## **2. Información consultada**

La información de referencia utilizada para la elaboración de este anejo está constituida por las siguientes fuentes:

- Sitio web de la Agència Catalana de l'Aigua.
- Atlas Nacional de Cataluña, Instituto Cartográfico de Cataluña.
- Mapa de Conques Hidrogràfiques de Catalunya 1:250.000, Institut Cartogràfic de Catalunya (2005).
- Instrucción de carreteras 5.2-IC Drenaje superficial, Dirección General de Carreteras.
- Isolíneas de precipitaciones máximas previsibles en un día, Dirección General de Carreteras.
- Software ArcMap, para la obtención de las cuencas hidrográficas y sus parámetros geométricos.
- Ortofotos 25cm del Institut Cartogràfic de Catalunya.

### 3. Red hidrográfica

El proyecto se enmarca dentro de la cuenca hidrográfica del río Llobregat, que desemboca en el Mar Mediterráneo. Las siguientes figuras muestran el abasto geográfico de dicha cuenca.

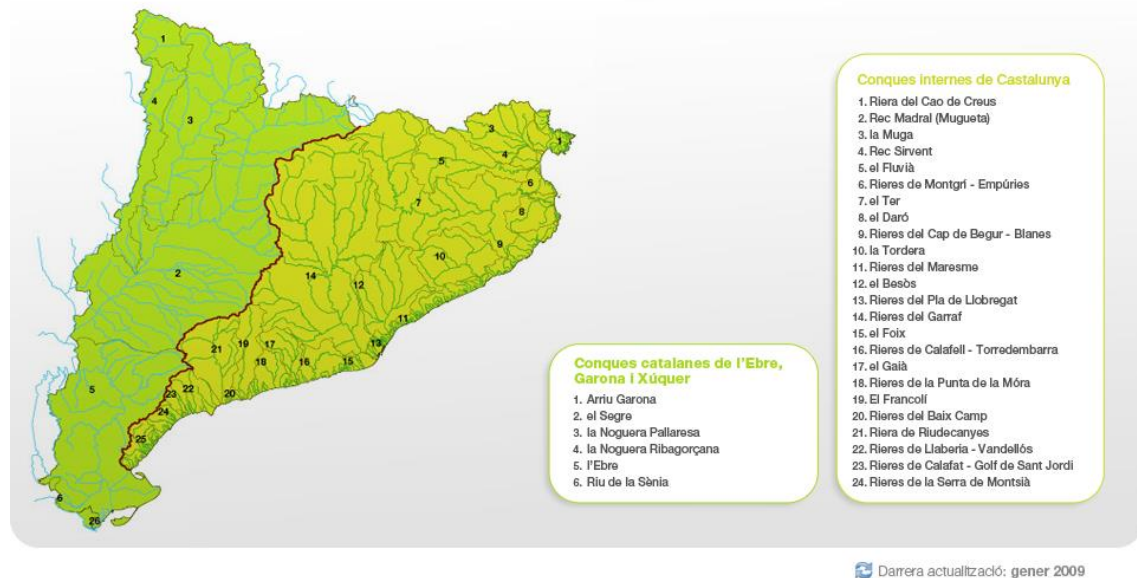


Figura 1. Mapa de conques i demarcacions hidrogràfiques de Catalunya. Fuente: ACA



Figura 2. Cuenca hidrogràfica del Llobregat.

#### 4. Riesgos hidrológicos. Inundaciones

En la siguiente imagen podemos observar:

- Máxima crecida ordinaria, en azul.
- 50 años de período de retorno, en negro.
- 100 años de período de retorno, en naranja.
- 500 años de período de retorno, en blanco.



## 5. Drenaje

Las obras de drenaje proyectadas deben cumplir el objetivo de evacuar el agua de escorrentía superficial y subterránea que se filtre.

A pesar de la ausencia de aguas freáticas en la mayor parte del trazado soterrado, el dimensionamiento de los elementos de drenaje se efectúa siguiendo la ley de Darcy de flujo en medio poroso para el mayor gradiente existente en proyecto, correspondiente a una altura de columna de agua de 5m.

### 5.1. Drenaje longitudinal

La ley de Darcy establece lo siguiente:

$$Q = K \cdot i \cdot S$$

Donde:

- Q es el caudal, en m<sup>3</sup>/s.
- K es la conductividad hidráulica, medida en m/s.
- i es el gradiente hidráulico,  $i = dh/L$ .
- S es la superficie de filtración, en m<sup>2</sup>.

#### Conductividad hidráulica

En el caso de suelos limosos-arcillosos, y estando en todo momento del lado de la seguridad, esta variable toma un valor de 0,5m/día.

#### Gradiente hidráulico

En el peor de los casos, a cada lado de la estructura, de grosor mínimo igual a 0,6m existe una diferencia de nivel piezométrico de 5m. Por lo tanto,  $i=8,3$ .

#### Superficie de filtración

Para proyectar del lado conservador, tomamos como superficie de filtración la sección de la losa inferior, de dimensiones 10x2,40 metros cuadrados.

#### Caudal final de diseño

Finalmente el caudal de diseño procedente de la capa freática es de 0,012m<sup>3</sup>/s.

Dada la presencia de dos colectores, el radio mínimo del colector es de 0,10 metros.

Adicionalmente, se proyectan pozos de bombeo cada 20 metros, para la correcta extracción del agua captada por los colectores.

### 5.2. Drenaje transversal

Por lo que respecta a la permeabilidad transversal se proyectan drenes porosos transversales de radio 5cm cada 50 metros.

### 5.3. Resumen de las obras de drenaje

Como se muestra en este apartado, las obras de drenaje consisten en la construcción de dos colectores, situados uno a cada lado de la traza ferroviaria, de radio 0,10m, y en pozos de desagüe situados cada 20m, que albergan las bombas para evacuar el agua.



NUEVA LÍNEA DE CERCANÍAS  
CASTELLDEFELS-CORNELLÀ-ZONA UNIVERSITÀRIA.  
TRAMO CORNELLÀ-SANT BOI.

ANEJO Nº4 HIDROLOGÍA Y DRENAJE

Adicionalmente se disponen drenes porosos transversales de radio 5cm cada 50 metros, con el objetivo de facilitar la permeabilidad transversal de las aguas freáticas.

En el documento correspondiente a los planos se muestra en detalle la disposición de los elementos de drenaje en las diferentes secciones tipo.

## **ANEJO Nº5. ESTUDIO DE ALTERNATIVAS**

## Índice

1.	Introducción .....	3
2.	Alternativas de trazado .....	3
2.1.	Cornellà-Sant Boi .....	3
2.2.	Cornellà-Molí Nou .....	6
3.	Selección de la solución óptima .....	9
3.1.	Criterios utilizados.....	9
3.2.	Análisis multicriterio.....	9
3.3.	Solución adoptada.....	13

## 1. Introducción

En el presente anejo se analizan las diferentes opciones de trazado para la nueva línea ferroviaria. De este modo, se plantean diferentes alternativas posibles i se elige la solución óptima mediante un análisis multicriterio.

## 2. Alternativas de trazado

En este estudio se diferencian dos grupos de alternativas: uno para conectar la estación de Cornellà con la estación de Sant Boi; i el otro para conectar Cornellà con la estación de Molí Nou-Ciutat Cooperativa. Todas las alternativas requieren de la construcción de un puente para cruzar el río Llobregat.

### 2.1. Alternativa 0

La alternativa 0 consiste en la no realización de ninguna actuación. Por lo expuesto en la motivación y por la necesidad de conectar ambos núcleos urbanos, contemplado en el plan urbanístico, se descarta esta alternativa.

### 2.2. Cornellà-Sant Boi

Se analizan 5 alternativas de trazado para conectar la estación de Cornellà con la de Sant Boi. La nueva estación de cercanías de Sant Boi se ubicaría en el parking existente detrás de la estación.

#### Alternativa 1

La alternativa 1 parte de la estación de Cornellà y su trazado discurre junto a la carretera de Sant Boi a cielo abierto. Cruza la autopista por un paso para camiones existente junto a la carretera, que deberá ser debidamente ampliado. A continuación su trazado sigue la línea de ferrocarril existente, siendo estos paralelos hasta la estación de Sant Boi.

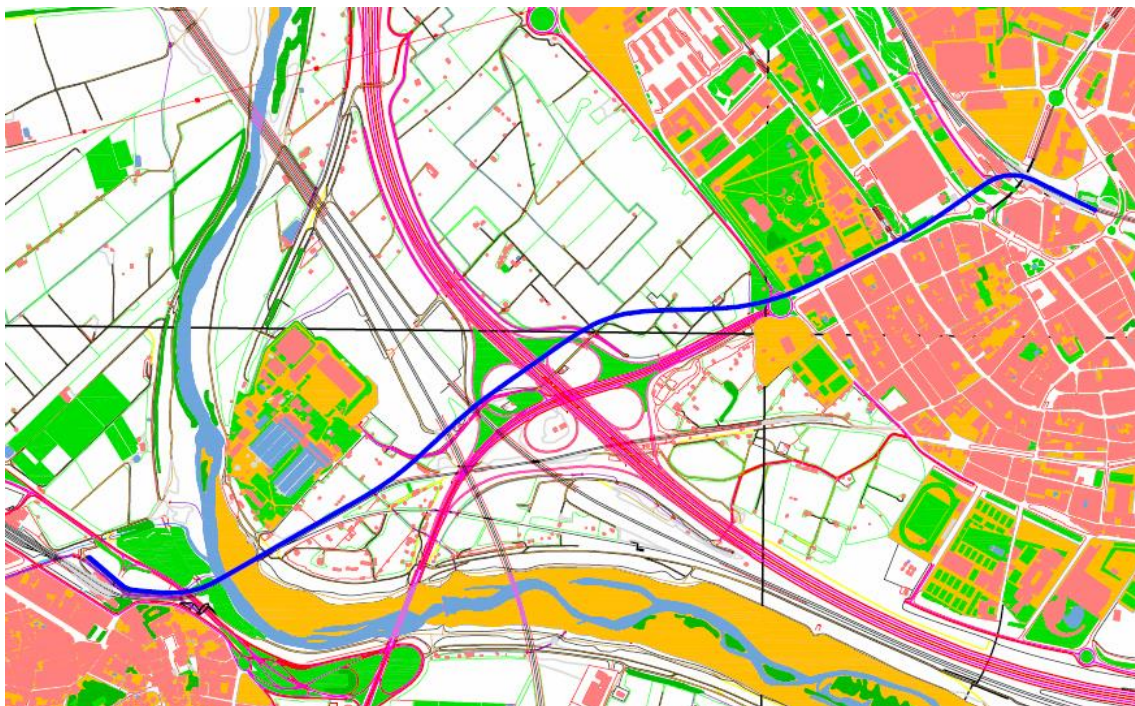


Figura 1. Trazado alternativa 1.



### Alternativa 2

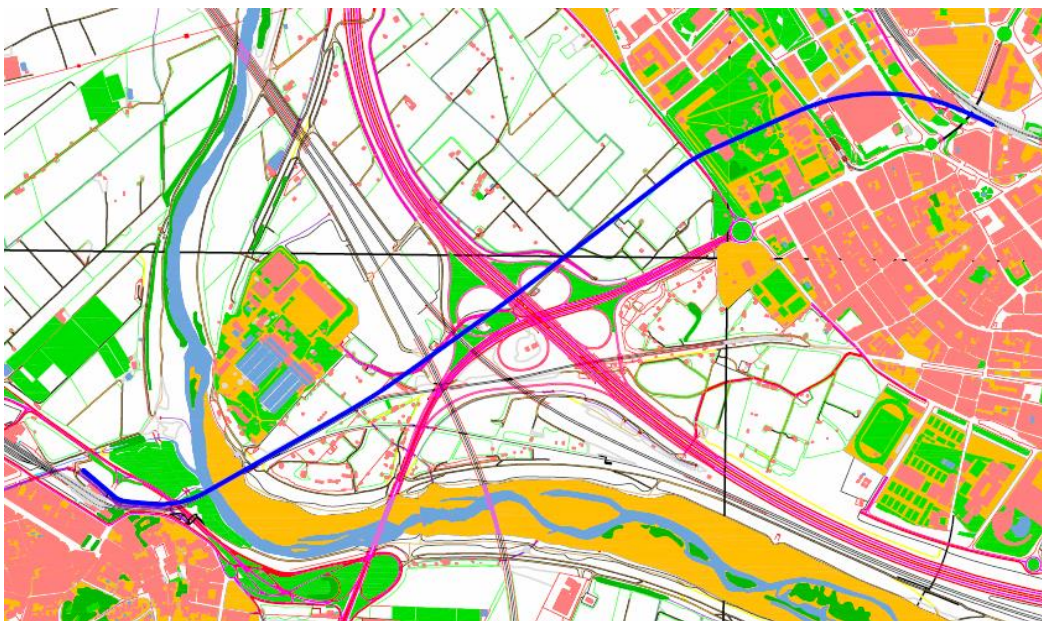
La alternativa 2 parte de la estación de Cornellà y su trazado sigue la vía existente durante un tramo, en el que se va enterrando para realizar un salto de carnero a nivel. El trazado continúa subterráneo por el pasaje Huéscar y atraviesa el Parque de la Infanta y el Parc de les Aigues. Después de atravesar la BV-2001 el trazado sigue en cielo abierto, siguiendo el mismo trazado de la alternativa 1 hasta la estación de Sant Boi.



*Figura 2. Trazado alternativa 2.*

### Alternativa 3

La alternativa 3 parte de la estación de Cornellà y atraviesa el centro comercial por encima con un viaducto, que se prolonga para atravesar el Parc de les Aigues. Después de atravesar la BV-2001 su trazado sigue a nivel del suelo, siguiendo el mismo trazado que las alternativas anteriores.

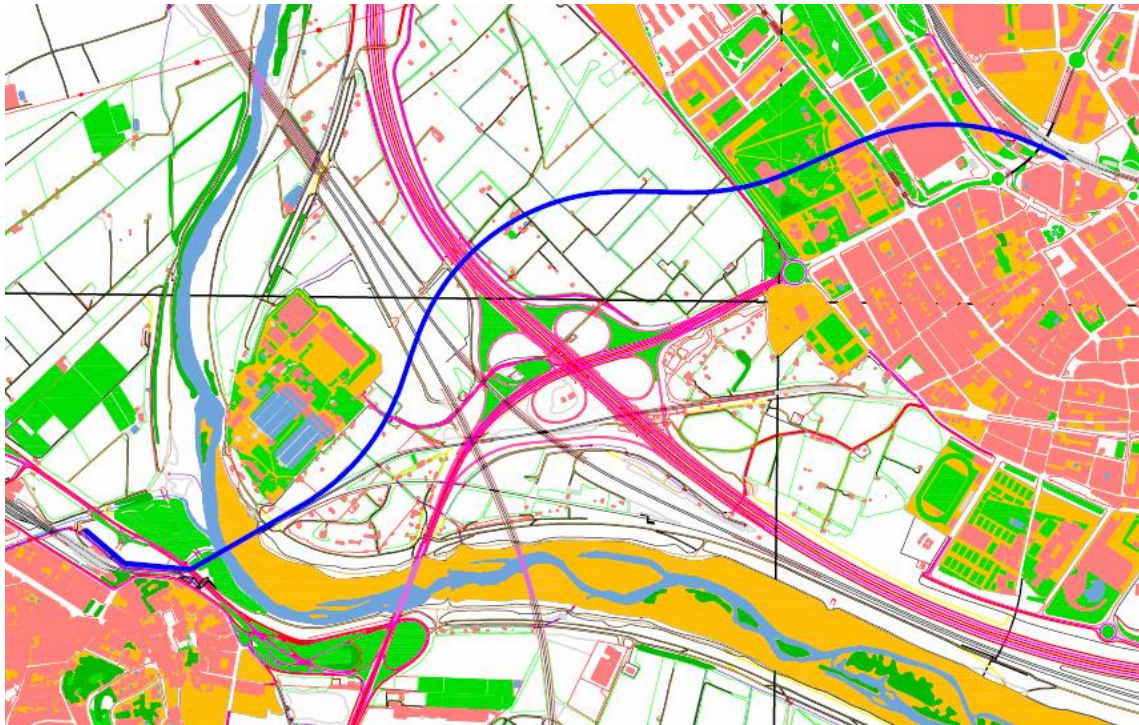


*Figura 3. Trazado alternativa 3.*



#### Alternativa 4

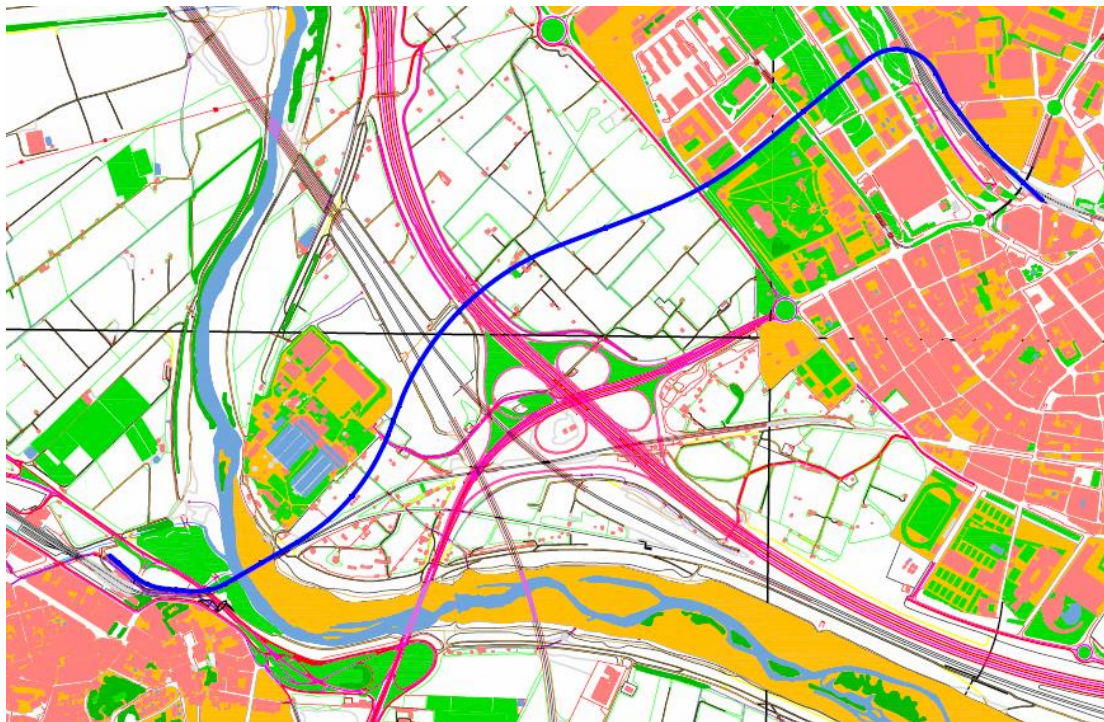
La alternativa 4 comparte la mayor parte del trazado con la alternativa 3, con la diferencia que atraviesa la A-2 por un paso inferior situado más al Norte.



*Figura 4. Trazado alternativa 4.*

#### Alternativa 5

La alternativa 5 comparte la mayor parte del trazado con la alternativa 2, con la diferencia que atraviesa la A-2 por un paso inferior situado más al Norte.



*Figura 5. Trazado alternativa 5.*

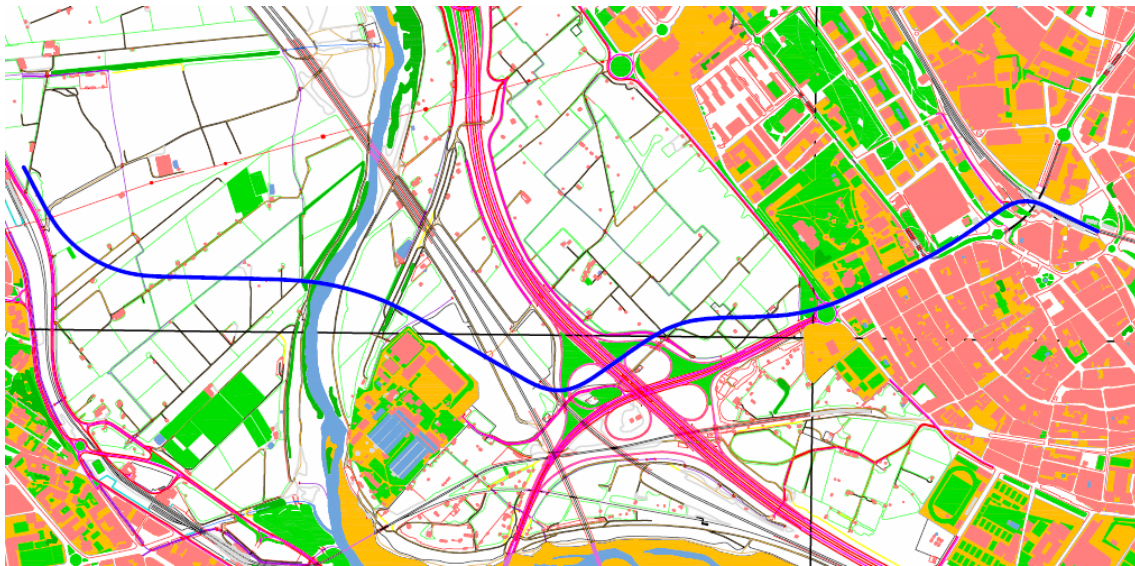


### 2.3. Cornellà-Molí Nou

Se analizan 6 alternativas de trazado para conectar la estación de Cornellà con la de Molí Nou-Ciutat Cooperativa. La nueva estación de cercanías se ubicaría en el parking existente detrás de la estación.

#### Alternativa 6

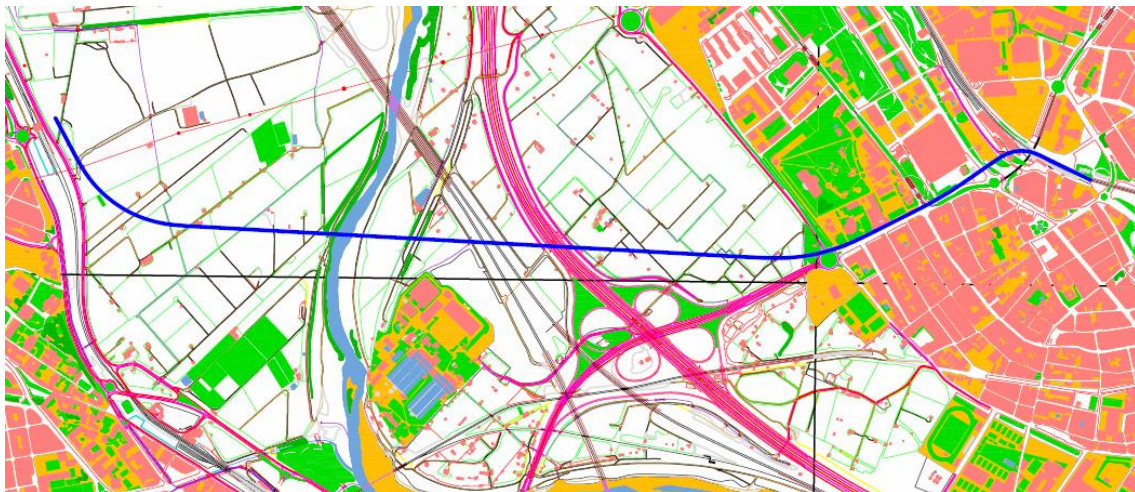
La alternativa 6 parte de la estación de Cornellà y su trazado discurre junto a la carretera de Sant Boi a cielo abierto. Cruza la autopista por un paso para camiones existente junto a la carretera, que deberá ser debidamente ampliado. A continuación rodea la estación de Aigües de Barcelona, cruza el río Llobregat y continúa hasta la estación de Molí Nou-Ciutat Cooperativa.



*Figura 6. Trazado alternativa 6.*

#### Alternativa 7

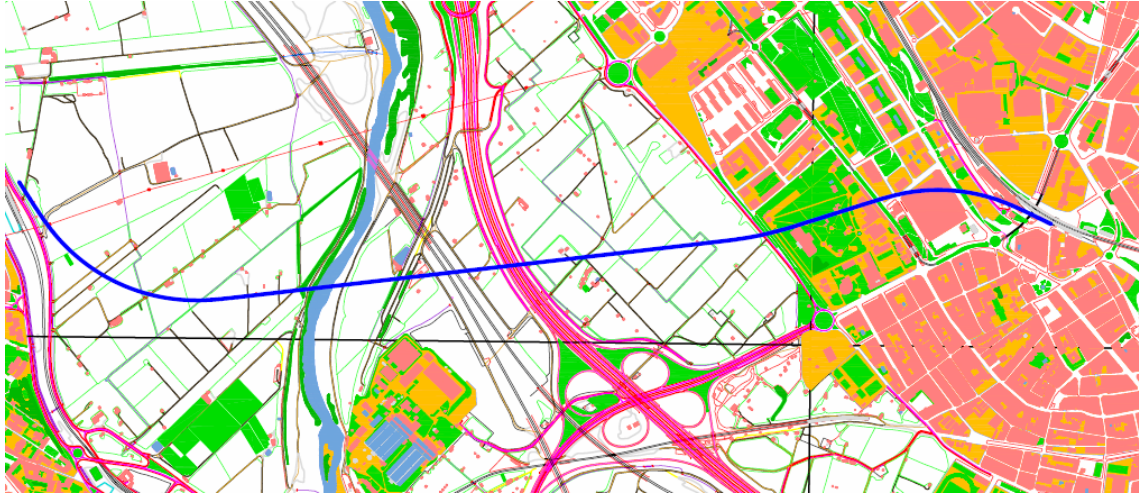
La alternativa 7 parte de la estación de Cornellà y su trazado discurre junto a la carretera de Sant Boi a cielo abierto. Para cruzar la autopista se realizará un nuevo paso inferior. A continuación cruza el río Llobregat y continúa hasta la estación de Molí Nou-Ciutat Cooperativa.



*Figura 7. Trazado alternativa 7.*

### Alternativa 8

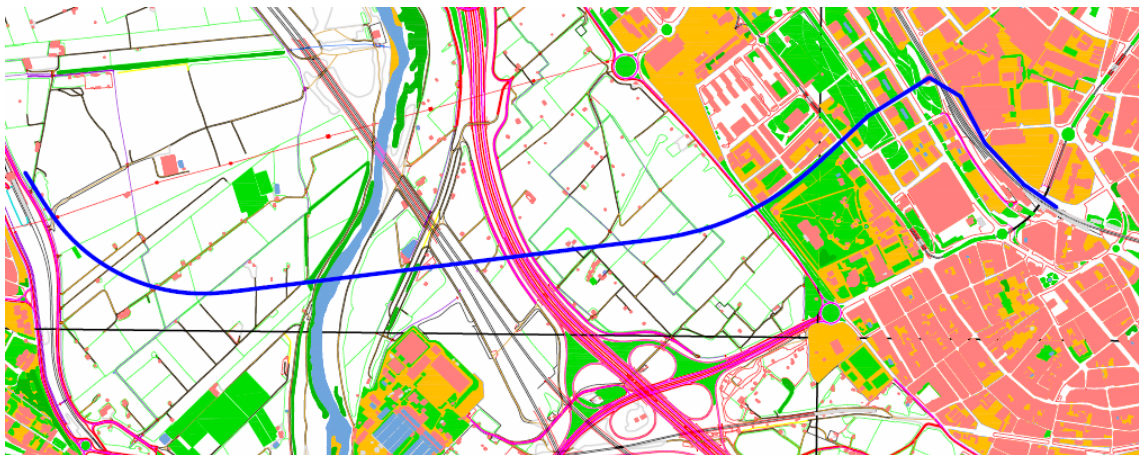
La alternativa 8 parte de la estación de Cornellà y atraviesa el centro comercial por encima con un viaducto, que se prolonga para atravesar el Parc de les Aigues. Después de atravesar la BV-2001 su trazado sigue a nivel del suelo, atravesando tierras de cultivo hasta la estación de Molí Nou, llegando con una alineación paralela a la línea de FGC.



*Figura 8. Trazado alternativa 8.*

### Alternativa 9

La alternativa 9 parte de la estación de Cornellà y su trazado sigue la vía existente durante un tramo, en el que se va enterrando para realizar un salto de carnero a nivel. El trazado continúa subterráneo por el pasaje Huéscar y atraviesa el Parque de la Infanta y el Parc de les Aigues. Después de atravesar la BV-2001 el trazado sigue en cielo abierto, atravesando tierras de cultivo hasta la estación de Molí Nou, llegando con una alineación paralela a la línea de FGC.

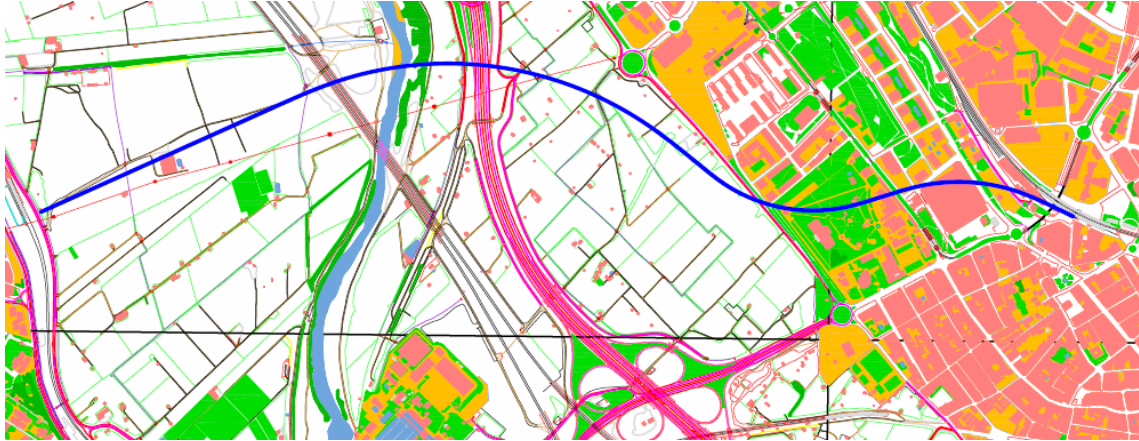


*Figura 9. Trazado alternativa 9.*



### Alternativa 10

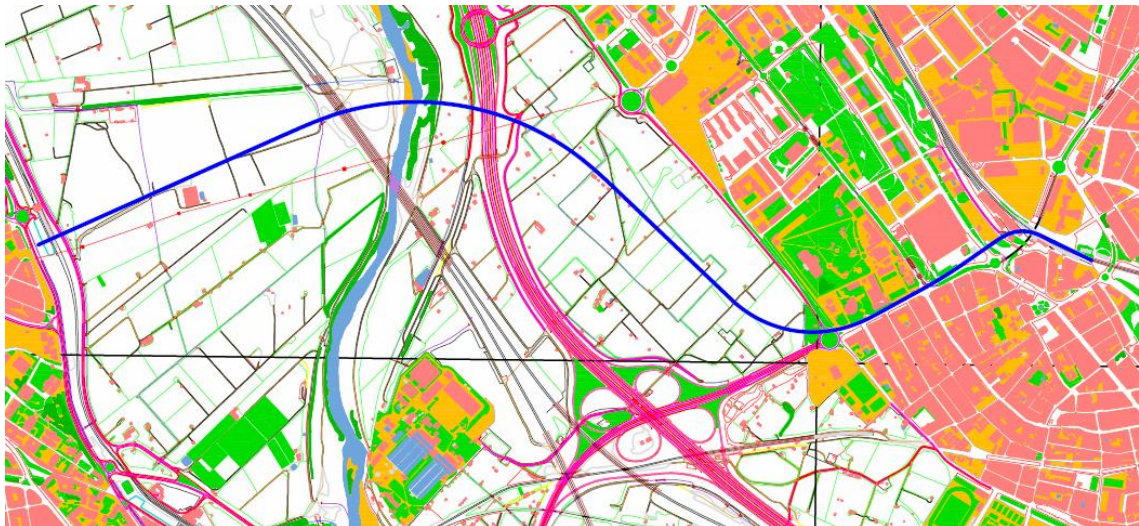
La alternativa 10 parte de la estación de Cornellà y atraviesa el centro comercial por encima con un viaducto, que se prolonga para atravesar el Parc de les Aigues. Después de atravesar la BV-2001 su trazado sigue a nivel del suelo, atravesando tierras de cultivo hasta la estación de Molí Nou, llegando con una alineación perpendicular a la línea de FGC. El trazado atraviesa la A-2 por un paso inferior que se deberá realizar.



*Figura 8. Trazado alternativa 10.*

### Alternativa 11

La alternativa 7 parte de la estación de Cornellà y su trazado discurre junto a la carretera de Sant Boi a cielo abierto. Su trazado continúa atravesando tierras de cultivo hasta la estación de Molí Nou, llegando con una alineación perpendicular a la línea de FGC. El trazado atraviesa la A-2 por un paso inferior que se deberá realizar.



*Figura 11. Trazado alternativa 11.*

### 3. Selección de la solución óptima

El presente análisis consiste en evaluar de forma cuantitativa y cualitativa los diversos atributos de cada una de las alternativas. Estos atributos se han clasificado según los tres pilares de la sostenibilidad: impacto ambiental, económico y social.

A continuación se describen los parámetros utilizados en el análisis multicriterio. Entre paréntesis figura el peso asociado a cada uno de ellos.

#### 3.1. Criterios utilizados

- Impacto ambiental (33,3%). Este impacto se caracteriza por:
  - Contaminación atmosférica (6,7%)
  - Contaminación acústica (6,7%)
  - Afectación hidrológica (6,7%)
  - Impacto en el paisaje urbano (efecto barrera) (6,7%)
  - Afectación al patrimonio histórico cultural (6,7%)
- Impacto económico (33,3%). Incluye:
  - Coste del trazado (22,2%)
  - Movimiento de tierras (5,6%). Volumen de tierras desplazadas i/o sobrantes.
  - Número de fases de obra necesarias para la materialización de los trabajos (5,6%)
- Impacto social (33,3%). Incluye:
  - Afectación al suelo viario (6,7%). Superficie de suelo viario afectado por el proyecto.
  - Afectación al tráfico viario (6,7%). Número de vías cortadas durante el proceso de ejecución de las obras, ponderado mediante sus respectivas intensidades medias diarias.
  - Afectación al tráfico ferroviario (6,7%). Porcentaje de reducción de los servicios ferroviarios debido a la ejecución de las obras.
  - Intersección de la nueva infraestructura con otras infraestructuras y servicios (6,7%).
  - Expropiaciones (6,7%). Metros cuadrados de suelo urbano expropiado.

#### 3.2. Análisis multicriterio

##### *Impacto ambiental*

Las alternativas que presentan un trazado subterráneo por el núcleo de Cornellà presentan un menor impacto ambiental. La construcción del viaducto por encima del centro comercial presenta un fuerte impacto visual en la zona. Las alternativas que transcurren por la carretera de Sant Boi provocan un fuerte efecto barrera.

##### *Coste del trazado*



El coste del trazado se calcula de forma proporcional a su longitud total, teniendo en cuenta el método constructivo llevado a cabo. De esta manera, las secciones a cielo abierto resultan más económicas, mientras que los tramos ejecutados mediante pantallas o elevados resultan más costosos. En la misma línea, los tramos que requieren mayor profundidad de excavación entre pantallas requieren la construcción de vigas intermedias o estampidores.

La tabla siguiente muestra los coeficientes utilizados, en base a la construcción a cielo abierto, para el cálculo de los costes de trazado, y el porcentaje de los tramos de cada trazado que deben realizarse mediante cada procedimiento constructivo.

Coeficientes amplificadores coste		Porcentaje de su trazado										
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Sección cielo abierto	1	95%	75%	70%	70%	75%	95%	95%	70%	75%	70%	95%
Pantallas; sin viga intermedia	2	0%	10%	0%	0%	10%	0%	0%	0%	10%	0%	0%
Pantallas; con viga intermedia	2.5	0%	10%	0%	0%	10%	0%	0%	0%	10%	0%	0%
Puente	3	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%
Viaducto	3	0%	0%	25%	25%	0%	0%	0%	25%	0%	25%	0%
Longitud total (m)		2.823	3.022	2.711	2.852	3.109	3.447	3.324	3.137	3.416	3.121	3.536
Longitud ponderada		3.105	4.080	4.338	4.563	4.197	3.792	3.656	5.019	4.612	4.994	3.889

### Movimiento de tierras

Para el cálculo del coste asociado al movimiento de tierras se ha tenido en cuenta de nuevo la longitud del trazado. Adicionalmente, en función del procedimiento constructivo utilizado el volumen de tierras desplazadas cambia sustancialmente.

De este modo, la siguiente tabla muestra los coeficientes utilizados, en base a la construcción en cielo abierto, para el cálculo de los costes de movimiento de tierras, y el porcentaje de cada opción de trazado que debe realizarse mediante cada procedimiento constructivo.

Coeficientes amplificadores mov. tierras		Porcentaje de su trazado										
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Sección cielo abierto	1	95%	75%	70%	70%	75%	95%	95%	70%	75%	70%	95%
Pantallas; sin viga intermedia	2	0%	10%	0%	0%	10%	0%	0%	0%	10%	0%	0%
Pantallas; con viga intermedia	3	0%	10%	0%	0%	10%	0%	0%	0%	10%	0%	0%
Puente	0	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%
Viaducto	0	0%	0%	25%	25%	0%	0%	0%	25%	0%	25%	0%
Longitud total		2.823	3.022	2.711	2.852	3.109	3.447	3.324	3.137	3.416	3.121	3.536
Longitud ponderada		2.681	3.778	1.898	1.996	3.886	3.275	3.158	2.196	4.270	2.185	3.359

### *Afectación al suelo viario*

La afectación al suelo viario de cada una de las opciones de trazado depende directamente del porcentaje del trazado de cada alternativa que discurre a través o bajo suelo viario. La tabla siguiente muestra dichos porcentajes para cada alternativa:

Superficie de suelo viario	Porcentaje de su trazado										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
	25%	10%	5%	5%	10%	25%	25%	5%	10%	5%	25%

### *Expropiaciones*

La tabla siguiente muestra los metros cuadrados de expropiaciones requeridos para cada alternativa:

Expropiaciones (m <sup>2</sup> )	Alternativas de trazado										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
	26.818	16.214	24.815	28.645	18.466	32.747	31.578	25.096	21.450	24.968	33.592

### *Afectación al tráfico viario*

La siguiente tabla muestra la afectación al tráfico viario de cada una de las alternativas:

Afectación al tráfico viario	Porcentaje de su trazado										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
	25%	10%	5%	5%	10%	25%	25%	5%	10%	5%	25%

### *Intersección con infraestructuras y servicios*

La siguiente tabla muestra la intersección con infraestructuras y servicios de cada una de las alternativas:

Intersección con infraestructuras y servicios	Porcentaje de su trazado										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
	33%	5%	33%	33%	5%	33%	33%	33%	5%	33%	33%

### *Fases de obra*

La siguiente tabla muestra las fases de obra necesarias para la ejecución material de los trabajos

Número de fases de obra	Alternativa										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
	3	2	3	3	2	3	3	3	2	3	3

*Resumen del análisis multicriterio*

CRITERIO		PESO (%)	PUNTUACIÓN ALTERNATIVA (10 BUENO, 0 MALO)											PUNTUACIÓN PONDERADA ALTERNATIVA												
			0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
IMPACTO AMBIENTAL	CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA	6.67%		8	8	6	6	8	8	8	6	8	6	8		0.53	0.53	0.4	0.4	0.53	0.53	0.53	0.4	0.53	0.4	0.53
	CONTAMINACIÓN ACÚSTICA	6.67%		5	8	6	6	8	5	5	6	8	6	5		0.33	0.53	0.4	0.4	0.53	0.33	0.33	0.4	0.53	0.4	0.33
	AFECCIÓN HIDROLÓGICA	6.67%		8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8		0.53	0.53	0.53	0.53	0.53	0.53	0.53	0.53	0.53	0.53	0.53
	IMPACTO PAISAJÍSTICA	6.67%		5	8	4	4	8	5	5	4	8	4	5		0.33	0.53	0.27	0.27	0.53	0.33	0.33	0.27	0.53	0.27	0.33
	AFECCIÓN PATRIMONIO HISTÓRICO-CULTURAL	6.67%		7	8	5	5	8	7	7	5	8	5	7		0.47	0.53	0.33	0.33	0.53	0.47	0.47	0.33	0.53	0.33	0.47
IMPACTO ECONÓMICO	COSTE TRAZADO	22.20%		10	8	7	6.4	7.8	8.8	9	6	5	5.5	8.3		2.22	1.78	1.55	1.42	1.73	1.95	2	1.33	1.11	1.22	1.84
	MOVIMIENTO TIERRAS	5.55%		8	6.5	10	9.5	6.5	7.5	7.3	9	5	9	7		0.44	0.36	0.56	0.53	0.36	0.42	0.41	0.5	0.28	0.5	0.36
	FASES DE OBRA	5.55%		8	9	8	8	9	8	8	8	9	8	8		0.44	0.5	0.44	0.44	0.5	0.44	0.44	0.44	0.5	0.44	0.44
IMPACTO SOCIAL	AFECCIÓN A SUELO VIARIO	6.67%		6	9	10	10	9	6	6	10	9	10	6		0.4	0.6	0.67	0.67	0.6	0.4	0.4	0.67	0.60	0.67	0.4
	EXPROPIACIONES	6.67%		7	10	7.5	6.5	9.5	6	6	7.5	8.5	5.5	6		0.47	0.67	0.5	0.43	0.63	0.4	0.4	0.5	0.57	0.37	0.4
	AFECCIÓN A LA MOBILIDAD	6.67%		6	9	8	8	9	6	6	8	8.5	8	6		0.4	0.6	0.53	0.53	0.6	0.4	0.4	0.53	0.57	0.53	0.4
	AFECCIÓN AL TRÁFICO FERROVIARIO	6.67%		8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8		0.53	0.53	0.53	0.53	0.53	0.53	0.53	0.53	0.53	0.53	0.53
	INTERSECCIÓN DE INFRAESTRUCTURAS Y SERVICIOS	6.67%		6	9	6	6	9	6	6	6	9	6	6		0.4	0.6	0.4	0.4	0.6	0.4	0.4	0.4	0.6	0.4	0.4
TOTAL		100.00%												0	7.51	8.31	7.12	6.89	8.23	7.15	7.18	6.84	7.42	6.6	7.01	

### 3.3. Solución adoptada

De este modo, se constata que la **Alternativa 2** es la solución óptima para la realización del presente proyecto, dado que obtiene la mejor puntuación ponderada en el presente análisis multicriterio.

## 4. Planos

El Documento 2.Planos incluye los planos de las diferentes alternativas analizadas.

## **ANEJO Nº6. TRAZADO**



## Contenido

1.	Introducción .....	4
1.1.	Normativa consultada .....	4
1.2.	Software utilizado .....	4
1.3.	Parámetros de carácter general.....	4
2.	Trazado en planta i perfil .....	4
2.1.	Distancia entre ejes.....	4
2.2.	Ancho de vía .....	5
2.3.	Anchura de la plataforma.....	5
2.4.	Anchura del hombro lateral de la banqueta del balastro .....	5
2.5.	Pendiente de la banqueta del balastro .....	5
2.6.	Anchura de los paseos (incluidos en la plataforma) .....	5
2.7.	Peralte máximo .....	5
2.8.	Máxima aceleración sin compensar .....	5
2.9.	Radio mínimo de curva en planta .....	5
2.9.1.	Radio mínimo de curva en planta limitada por el criterio de servicio de confort de los usuarios.....	6
2.9.2.	Radio mínimo de curva en planta limitada por la resistencia lateral de la vía .....	7
2.10.	Máxima insuficiencia de peralte .....	7
2.11.	Exceso de peralte máximo .....	7
2.12.	Longitud mínima de la curva de transición .....	8
2.13.	Pendiente máxima del diagrama de peraltes .....	9
2.14.	Variación máxima del pendiente de peraltes .....	9
2.15.	Variación máxima de la insuficiencia de peralte.....	9
2.16.	Variación máxima de la aceleración sin compensar .....	9
2.17.	Sección de túnel .....	9
2.18.	Resumen de los parámetros límite en planta i perfil. ....	10
3.	Trazado en alzado .....	11
3.1.	Rampa vertical máxima .....	11
3.2.	Aceleración vertical de elevación máxima .....	11
3.3.	Aceleración lineal máxima entre acuerdos verticales.....	11
3.4.	Radio de curvatura del acuerdo vertical .....	11
3.4.1.	Radio mínimo de los acuerdos verticales.....	11

3.4.2.	Radio recomendado de los acuerdos verticales.....	12
3.5.	Longitud mínima de la curva de transición vertical. ....	12
3.6.	Distancia mínima con pendiente constante entre acuerdos verticales.....	12
3.7.	Longitud mínima d'alineació amb curvatura constant. ....	12
3.8.	Resumen de los parámetros del trazado en alzado .....	13
4.	Parámetros de trazado.....	14
4.1.	Trazado en planta.....	14
4.2.	Trazado en alzado .....	15

## 1. Introducción

En el presente anejo se presenta en detalle el trazado de la alternativa escogida en el análisis de alternativas. Para ello, se define el trazado en planta, alzado y el perfil de la solución adoptada.

### 1.1. Normativa consultada

Para la edición del anejo se ha seguido la normativa NAV 0-2-0.0, GEOMETRÍA DE LA VÍA, PARÁMETROS GEOMÉTRICOS, concretamente el apartado que hace referencia a PARÁMETROS GEOMÉTRICOS EN NUEVAS LÍNEAS Y DESDOBLAMIENTO DE ACTUALES CON MODIFICACIÓN DEL TRAZADO.

### 1.2. Software utilizado

Para la ejecución de este apartado, el software utilizado ha sido AutoCad Civil3D, versión 2014. Desde la versión de 2013, este software permite la ejecución de trazados ferroviarios.

A continuación se definen los parámetros geométricos de diseño del trazado en planta, alzado y perfil de la solución adoptada.

### 1.3. Parámetros de carácter general

La norma NAV 0-2-0.0 define los siguientes parámetros de carácter general, de los cuales dependen todos los demás. Dichos parámetros son:

- La velocidad máxima de circulación de pasajeros.
- La circulación mínima de circulación de los trenes de mercancías.

La siguiente tabla muestra los valores tomados para estos dos parámetros.

Parámetro	Unidades	min	Max
Velocidad circulación pax	km/h		140
Velocidad circulación merc	km/h	60	

*Tabla 1. Velocidades de diseño. Fuente: NAV 0-2-0.0*

Se constata que se ha tomado una velocidad máxima para trenes de pasajeros de 140km/h, mientras que la velocidad mínima para los trenes de mercancías se ha fijado en 60km/h. Dichos valores se han tomado para mantener las velocidades de diseño del tramo.

## 2. Trazado en planta i perfil

En la normativa consultada se determina el valor de los siguientes parámetros del trazado en planta y perfil o sección transversal:

### 2.1. Distancia entre ejes

La distancia mínima entre ejes de vía para la velocidad de diseño de 140km/h es de 3.808mm.

## 2.2. Ancho de vía

El ancho de vía considerado es el ancho Ibérico, de 1.668mm.

## 2.3. Anchura de la plataforma

La anchura de la plataforma en túnel toma el valor mínimo de 10m para la velocidad de diseño de 140km/h.

## 2.4. Anchura del hombro lateral de la banqueta del balastro

La anchura mínima del hombro lateral de la banqueta del balastro para la velocidad de diseño de 140km/h es de 0,90m

## 2.5. Pendiente de la banqueta del balastro

La pendiente de la banqueta del balastro para la velocidad de diseño de 140km/h es 5/4.

## 2.6. Anchura de los paseos (incluidos en la plataforma)

La anchura de los paseos de ser de 0,60m, y deberán estar situados a 1,50m del borde de carril activo.

## 2.7. Peralte máximo

La normativa limita el peralte máximo a 160mm, para dotar de estabilidad a la vía y evitar excesos de peralte demasiado elevados en caso de circular a velocidades inferiores a la de diseño.

## 2.8. Máxima aceleración sin compensar

La aceleración sin compensar corresponde a la aceleración centrípeta no compensada por el peralte. Por motivos de comodidad y seguridad se fija un máximo de este parámetro, que se calcula mediante la siguiente expresión:

$$Asc = \frac{V^2}{12,96 \cdot R} - \frac{H}{177} \leq Asc_{m\acute{a}x} = 0,65 \text{ m/s}^2$$

Donde:

Asc es la aceleración sin compensar (m/s<sup>2</sup>).

H es el peralte en cada punto de la curva (mm).

R es el radio de curva en planta (m).

V es la velocidad de diseño (km/h).

## 2.9. Radio mínimo de curva en planta

El radio mínimo depende del peralte y de la velocidad del tramo. En consecuencia la limitación es diferente según el tramo considerado del proyecto. Considerando el máximo peralte (que es el que nos permitirá reducir las dimensiones de las curvas y, por tanto, el coste) y considerando la aceleración centrípeta sin compensar máxima (0,65 m/s<sup>2</sup>), tenemos:

$$R = \left( \frac{V}{4,5} \right)^2$$

En función de la velocidad se obtienen diferentes radios mínimos, que se aproximan al alza para estar del lado de la seguridad.

Velocidad (Km/h)	Radio mínimo (m)	Radio usado (m)
25	31	35
45	100	110
50	124	140
60	177	200
80	316	350
100	493	525
120	711	800
140	967	1000

*Tabla 2. Relación entre la velocidad máxima, el radio mínimo i el radio usado en el proyecto*

### 2.9.1. Radio mínimo de curva en planta limitada por el criterio de servicio de confort de los usuarios.

En general, la mayor limitación del radio según la resistencia lateral de la vía viene dada por el confort de los usuarios. En general esto viene indicado por la aceleración máxima sin compensar, como se ha mostrado con anterioridad. No obstante, también es importante tener en cuenta su relación con la velocidad y el peso por eje (P en la fórmula). La fórmula de cálculo es la siguiente:

$$\frac{P \cdot V}{1000} - \gamma_{sc} \cdot \frac{P}{g} \leq \text{Resistencia lateral} = 1 + \frac{P}{3}$$

Tomando un peralte de 160 vemos que usando este criterio tenemos siempre un radio mínimo inferior al dado por la aceleración sin compensar. En consecuencia no nos limita.

Peralte	
160	
Velocidad (km/h)	Radio mínimo (m)
120	411,0
110	333,3
100	266,1
90	208,5
80	159,5
70	118,4
60	84,4
50	56,9
40	35,4
30	19,4
20	8,4
10	2,0
0	0,0

*Tabla 3. Radio mínimo en función de la velocidad según el criterio de confort*



### 2.9.2. Radio mínimo de curva en planta limitada por la resistencia lateral de la vía

Viene limitado por la siguiente formula:

$$\frac{P \cdot V}{1000} - \alpha \cdot \left[ \frac{P \cdot V^2}{127 \cdot R} - \frac{P \cdot H}{S} \right] \leq \text{Resistencia lateral} = 1 + \frac{P}{3}$$

Se comprueba que con los datos de la limitación según el confort esta fórmula se cumple siempre.

### 2.10. Máxima insuficiencia de peralte

La insuficiencia de peralte corresponde a la diferencia entre el peralte ideal necesario para compensar la totalidad de la aceleración centrípeta y el peralte real en la curva. Se calcula como sigue:

$$Hi = 13,7 \cdot \frac{V^2}{R} - H \leq Hi_{\text{máx}} = 115$$

Donde la insuficiencia de peralte, Hi, se mide en mm.

### 2.11. Exceso de peralte máximo

El exceso de peralte es provocado por circular a una velocidad inferior a la considerada al diseñar el peralte de la curva, lo que provoca una aceleración centrípeta en el sentido contrario al de la geometría de la curva. Se calcula mediante la siguiente expresión:

$$He = H - 13,7 \cdot \frac{V^2}{R} - H \leq He_{\text{máx}}$$

Su valor máximo, He<sub>máx</sub> depende de la carga bruta remolcada por día de los trenes que circulan por la vía. De este modo, la siguiente tabla muestra los valores de He<sub>máx</sub> en función de la carga bruta remolcada.

Valor de T (carga bruta remolcada, en miles de toneladas-kilómetro por día y vía)	Valor de He <sub>máx</sub> (mm)
T>45	80
25<T≤45	90
10<T≤25	100
T≤10	110

**Tabla 3. Exceso de peralte en función de la carga bruta remolcada de la vía. Fuente: elaboración propia a partir de NAV 0-2-0.0**

En este caso, y dada la longitud de la solución adoptada, el valor de T es de 52,620 toneladas·4,609 km=242 miles de toneladas-kilómetro por día y vía, como se constata en el Anejo 9. *Plataforma y Superestructura*. Por lo tanto, el exceso de peralte máximo asciende a 80mm

## 2.12. Longitud mínima de la curva de transición

La longitud mínima de las clotoides viene limitada por tres factores distintos.

- Limitación de la velocidad de subida de la rueda a lo largo de la curva de transición.

Esta velocidad de subida tiene que ser menor que un valor determinado para evitar el descarrilo. En el caso del ferrocarril convencional se recomienda que sea inferior a 8km/h. Esto permite deducir la fórmula:

$$L \geq 7,94 \cdot V \cdot Hi \cdot 10^{-3}$$

Donde L es la longitud de la clotoide en metros.

- Limitación de la rampa del peralte

La rampa debe generar una variación del desnivel entre los dos railes inferior a la pestaña de la rueda.

$$L \geq d \cdot \frac{h}{\Delta h} = 2 \cdot \frac{160}{25} = 12,8m$$

Donde h es el peralte,  $\Delta h$  la variación del peralte i d el empate del bogie.

- Limitación de la variación de la aceleración centrífuga sin compensar

Si exigimos que la variación se enmarque dentro de la clasificación de variación "buena" (variación de la aceleración sin compensar de 0,45m/s<sup>3</sup>), se aplica la siguiente fórmula.

$$L \geq \frac{V^3}{0,45 \cdot R}$$

Donde V es la velocidad (en m/s) i R el radio (en m).

Se comprueba que el factor más limitante es el primero en todos los casos. La siguiente tabla muestra la longitud mínima de la curva de transición en función de la velocidad.

Velocidad (Km/h)	Longitud mínima de la curva de transición (m)
25	31,6
45	57,8
50	64
60	76,8
80	102,4

100	128
120	153,6
140	179,2

*Tabla 4. Longitud mínima de la curva de transición en función de la velocidad. Fuente: elaboración propia*

### **2.13. Pendiente máxima del diagrama de peraltes**

La variación del peralte a lo largo de las curvas de transición en planta debe ser lineal.

La pendiente máxima del diagrama de peraltes no puede superar el valor de 1,15mm/m.

### **2.14. Variación máxima del pendiente de peraltes**

La variación máxima de la pendiente del diagrama de peraltes para la velocidad de diseño de 140km/h es de 45mm/s.

### **2.15. Variación máxima de la insuficiencia de peralte.**

La variación máxima de la insuficiencia de peralte para la velocidad de diseño de 140km/h es de 35mm/s.

### **2.16. Variación máxima de la aceleración sin compensar**

La variación máxima de la aceleración sin compensar para la velocidad de diseño de 140km/h es de 0,20m/s<sup>3</sup>.

### **2.17. Sección de túnel**

La sección mínima que debe tener el túnel es de 59m<sup>2</sup>.

### 2.18. Resumen de los parámetros límite en planta i perfil.

Los valores máximos y mínimos de los parámetros del trazado en planta y perfil vienen recogidos en la siguiente tabla:

Parámetro	[ ]	Min	Max					
Distancia entre ejes de vía	mm	3.808						
Ancho de vía	mm	1.668	1.668					
Anchura de plataforma	m	10						
Anchura del hombro lateral de la banqueta del balastro	m	0,90						
Pendiente de la banqueta del balastro	-	5/4	5/4					
Anchura de los paseos (incluidos en la plataforma)	m	0,60						
Peralte	mm		160					
Aceleración sin compensar	m/s <sup>2</sup>		0,65					
Insuficiencia de peralte	mm		110					
Exceso de peralte	mm		80					
Pendiente del diagrama de peraltes	mm/m		1,15					
Variación pendiente peralte	mm/s		45					
Variación de la insuficiencia de peralte	mm/s		35					
Variación de la aceleración sin compensar	m/s <sup>3</sup>		0,20					
Sección de túnel	m <sup>2</sup>	59						
Parámetro	[ ]	Velocidad (km/h)						
		45	50	60	80	100	120	140
Radio mínimo de curva en planta	m	110	140	200	350	525	800	1.000
Longitud mínima de la curva de transición	m	60	65	78	102	130	155	180

Tabla x. Resumen de los parámetros límite de diseño del trazado en planta y sección transversal.

Fuente: elaboración propia a partir de NAV 0-2-0.0

### 3. Trazado en alzado

Los parámetros relativos al trazado en alzado están definidos a continuación.

#### 3.1. Rampa vertical máxima

La rampa vertical máxima recomendada es de 20‰, aunque se pueden tolerar rampas puntuales y extraordinarias de hasta el 35‰.

#### 3.2. Aceleración vertical de elevación máxima

La aceleración vertical de elevación se produce en los acuerdos verticales, y se calcula mediante la siguiente expresión:

$$Av = \frac{H \cdot v^2 \cdot 10^{-3}}{12,96 \cdot Lv \cdot b} \leq Av_{m\acute{a}x} = 0,10$$

Donde

- $Lv$  es la longitud de la curva de transición vertical (m).
- $b$  es la distancia entre ejes (m).

#### 3.3. Aceleración lineal máxima entre acuerdos verticales.

Dicha aceleración para la velocidad de diseño de 140km/h no puede superar los 0,40m/s<sup>2</sup>.

#### 3.4. Radio de curvatura del acuerdo vertical

El valor del radio de curvatura mínimo de las circulares que conforman los acuerdos verticales se calcula mediante la siguiente fórmula:

$$R = \frac{v^2}{\gamma \cdot 12,96}$$

Donde  $v$  es la velocidad (km/h) i  $\gamma$  es la aceleración centrífuga sin compensar (m/s<sup>2</sup>). Tomando el valor de la aceleración centrífuga sin compensar máximo se obtiene el valor del radio de curvatura mínimo en función de la velocidad.

##### 3.4.1. Radio mínimo de los acuerdos verticales

Aplicamos la fórmula anterior con el máximo valor permisible de la aceleración centrífuga sin compensar (0,40 m/s<sup>2</sup>). La tabla siguiente muestra los valores obtenidos en función de la velocidad:

Velocidad (Km/h)	Radio de curvatura mínimo del acuerdo vertical (m)
45	390,66
50	482,25
60	694,44
80	1234,57
100	1929,01
120	2777,78
140	3780,86

**Tabla 5. Radio de curvatura mínimo del acuerdo vertical en función de la velocidad. Fuente: elaboración propia**



### 3.4.2. Radio recomendado de los acuerdos verticales

Aplicamos la fórmula anterior tomando un valor de la aceleración centrífuga sin compensar de  $0,20 \text{ m/s}^3$ . La tabla siguiente muestra los valores obtenidos en función de la velocidad:

Velocidad (Km/h)	Radio de curvatura mínimo del acuerdo vertical (m)
45	781,25
50	946,51
60	1.388,89
80	2.469,13
100	3.858,02
120	5.555,55
140	7.561,73

*Tabla 6. Radio de curvatura mínimo del acuerdo vertical en función de la velocidad. Fuente: elaboración propia*

### 3.5. Longitud mínima de la curva de transición vertical.

Las curvas de transición verticales (parábolas) para la velocidad de diseño de 140km/h no podrán tener una longitud inferior a 70m.

### 3.6. Distancia mínima con pendiente constante entre acuerdos verticales

La distancia mínima con pendiente constante para la velocidad de diseño de 140km/h entre acuerdos verticales es de 70m.

### 3.7. Longitud mínima d'alineació amb curvatura constant.

La longitud mínima de alineación con curvatura constante para la velocidad de diseño de 140km/h es de 60m

### 3.8. Resumen de los parámetros del trazado en alzado

La tabla siguiente resume los parámetros límite relacionados con el trazado en alzado:

Parámetro	[ ]	Min				Max			
Rampa vertical	%					3,5%			
Distancia entre ejes	m	4,9							
Aceleración vertical de elevación	m/s <sup>2</sup>					0,10			
Aceleración lineal entre acuerdos verticales	m/s <sup>2</sup>					0,40			
Longitud de transición vertical	m	70							
Distancia con pendiente constante entre acuerdos verticales	m	70							
Longitud alineación con curvatura cte	m	60							
Parámetro	[ ]	Velocidad							
		45	50	60	80	100	120	140	
Radio de curvatura mínimo del acuerdo vertical	m	390	482	695	1.235	1.930	2.778	3.780	
Radio de curvatura recomendado del acuerdo vertical	m	781	947	1.389	2.470	3.859	5.556	7.562	

**Tabla x. Resumen de los parámetros límite de diseño del trazado alzado. Fuente: elaboración propia a partir de NAV 0-2-0.0**

## 4. Parámetros de trazado

Para la determinación del trazado, se ha dividido el recorrido en cuatro tramos con velocidades máximas diferentes. Estos tramos son:

Tramo	P.K. inicial	P.K. final	Velocidad máxima de tramo
1	0+000.00m	0+629.79m	45 km/h
2	0+629.79m	1+324.58m	80 km/h
3	1+324.58m	1+917.15m	120 km/h
4	1+917.15m	2+435.87m	80 km/h
5	2+435.87m	2+848.54m	60 km/h
6	2+848.54m	3+021.22m	25 km/h

### 4.1. Trazado en planta

Número	Tipo	Longitud	A	Radio	P.K. inicial	P.K. final	
1	Línea	115.103m			0+000.00m	0+115.10m	45 km/h
2	Línea	89.319m			0+115.10m	0+204.42m	
3	Espiral-Curv...	60.000m	154.919m	400.000m	0+204.42m	0+264.42m	
3	Espiral-Curv...	27.601m			0+264.42m	0+292.02m	
3	Espiral-Curv...	60.000m	154.919m		0+292.02m	0+352.02m	
4	Línea	22.593m			0+352.02m	0+374.62m	
5	Espiral-Curv...	60.000m	81.240m	110.000m	0+374.62m	0+434.62m	80 km/h
5	Espiral-Curv...	112.263m			0+434.62m	0+546.88m	
5	Espiral-Curv...	60.000m	81.240m		0+546.88m	0+606.88m	
6	Línea	34.820m			0+606.88m	0+641.70m	
7	Espiral-Curv...	102.000m	285.657m	800.000m	0+641.70m	0+743.70m	
7	Espiral-Curv...	7.242m			0+743.70m	0+750.94m	
7	Espiral-Curv...	102.000m	285.657m		0+750.94m	0+852.94m	
8	Línea	174.661m			0+852.94m	1+027.60m	120 km/h
9	Espiral-Curv...	102.000m	214.243m	450.000m	1+027.60m	1+129.60m	
9	Espiral-Curv...	6.733m			1+129.60m	1+136.34m	
9	Espiral-Curv...	102.000m	214.243m		1+136.34m	1+238.34m	
10	Línea	172.480m			1+238.34m	1+410.82m	
11	Espiral-Curv...	155.000m	352.136m	800.000m	1+410.82m	1+565.82m	
11	Espiral-Curv...	82.835m			1+565.82m	1+648.65m	
11	Espiral-Curv...	155.000m	352.136m		1+648.65m	1+803.65m	
12	Línea	226.999m			1+803.65m	2+030.65m	80 km/h
13	Espiral-Curv...	102.000m	285.657m	800.000m	2+030.65m	2+132.65m	
13	Espiral-Curv...	1.263m			2+132.65m	2+133.91m	
13	Espiral-Curv...	102.000m	285.657m		2+133.91m	2+235.91m	
14	Línea	399.911m			2+235.91m	2+635.82m	
15	Espiral-Curv...	80.000m	126.491m	200.000m	2+635.82m	2+715.82m	
15	Espiral-Curv...	34.566m			2+715.82m	2+750.39m	60 km/h
15	Espiral-Curv...	80.000m	126.491m		2+750.39m	2+830.39m	
16	Línea	36.300m			2+830.39m	2+866.69m	
17	Espiral-Curv...	20.000m	31.623m	50.000m	2+866.69m	2+886.69m	
17	Espiral-Curv...	12.897m			2+886.69m	2+899.59m	
17	Espiral-Curv...	20.000m	31.623m		2+899.59m	2+919.59m	
18	Línea	101.637m			2+919.59m	3+021.22m	25 km/h

Tabla 6. Parámetros del trazado en planta

## 4.2. Trazado en alzado

Nº	P.K. de VAV	Elevación de VAV	Inclinació...	Inclinación...	Tipo de c...	Valor de K	Longitud de cur...	Radio de curva
1	0+000.00m	30.000m		0.00%				
2	0+060.00m	30.000m	0.00%	-3.50%				
3	0+237.58m	23.785m	-3.50%	-3.50%				
4	0+785.96m	4.591m	-3.50%	0.00%	Cóncavo	20.000	70.000m	2000.000m
5	1+028.46m	4.591m	0.00%	2.00%				
6	1+305.88m	10.140m	2.00%	0.00%				
7	2+389.40m	10.140m	0.00%	2.38%	Cóncavo	29.440	70.000m	2944.027m
8	2+551.81m	14.001m	2.38%	-0.00%	Convexo	29.431	70.000m	2943.058m
9	2+737.51m	14.000m	-0.00%	-2.00%	Convexo	35.014	70.000m	3501.371m
10	2+859.35m	11.563m	-2.00%	0.00%	Cóncavo	35.000	70.000m	3500.000m
11	3+037.17m	11.563m	0.00%					

Tabla 7. Parámetros del trazado en alzado

## Apéndice 1. Mapa de velocidades máximas





**ANEJO Nº7.**

**MOVIMIENTO DE TIERRAS**

**Contenido**

1. Introducción ..... 3

2. Fases constructivas..... 3

3. Movimiento de tierras..... 3

## 1. Introducción

El objetivo del presente anejo es dar a conocer los volúmenes de tierra extraída y aportada para la realización del proyecto.

## 2. Fases constructivas

Tal como se detalla en los anejos Plan de Obra y Procedimiento Constructivo, el trazado se divide en las siguientes fases constructivas:

- Zona 1: Estación Cornellà. PK 0+000.00m – PK 0+300.00m.
- Zona 2: Sección entre pantallas. PK 0+300.00m – PK 1+180.00m.
- Zona 3: Sección a nivel. PK 1+180.00m – PK 2+540.00m.
- Zona 4: Puente. PK 2+540.00m – PK 2+810.00m.
- Zona 5: Estación Sant Boi. PK 2+810.00m – PK 3+022.00m.

## 3. Movimiento de tierras

Teniendo en cuenta los procesos constructivos detallados en el Anejo de procedimiento constructivo, los movimientos de tierra vienen reflejados en la tabla siguiente:

Zona	PKi	PKf	m <sup>3</sup> extracción (-)	m <sup>3</sup> aportación (+)	balance (m <sup>3</sup> )
1	0	0+300	0	0	0
2	0+300	1+180	218.240	135.520	- 82.720
3	1+180	2+540	16.320	0	- 16.320
4	2+540	2+810	0	0	0
5	2+810	3+022	0	0	0
<b>TOTAL</b>	<b>0</b>	<b>3+022</b>	<b>234.560</b>	<b>135.520</b>	<b>- 99.040</b>

Tabla 1. Movimiento de tierras. Fuente: elaboración propia